

1968



TARTU RIIKLIK ÜLIKOO

# ÜLIÕPILASTE ZOOLOOGIA-ALASTE TÖÖDE KOGUMIK II



TARTU RIIKLIK ÜLIKOOL  
ZOOLOOGIA KATEEDER

ÜLIÕPILASTE  
ZOOLOOGIA-ALASTE  
TÖÖDE  
KOGUMIK  
II

TARTU 1968

**СБОРНИК СТУДЕНЧЕСКИХ НАУЧНЫХ РАБОТ  
ПО ЗООЛОГИИ**

**На эстонском и русском языках**

**Тартуский государственный университет  
300Р, г.Тарту, ул. Блюкгольм, 18**

Vastutav toimetaja H. Remm  
Korrektor E. Oja

=====

TRÜ rotaprint 1968. Paljundamisele antud 29.XII.1968.  
Trükipoognaid 4,5. Tingtrükipoognaid 4,1. Arvestus-  
poognaid 3,65. Trükiarv 400, Faber 30x42/4. MB 11618.  
Tell. nr. 753.

Hind 27 kop.

## Statistikat zooloogiaringi 20. aastapäevaks

Dots. J. R i s t k o k

Tartu Riikliku Ülikooli Üliõpilaste Teadusliku Ühingu zooloogiaring on oma olemasolu 20 aasta jooksul teaduse arenemisele ja kaadri kasvamisele märkimisväärselt kaasa aidanud. Ringi endisi liikmeid on seni 18 lendu, kokku 124 inimest, lisaks neile veel 4, kes ei lõpetanud bioloogiaosakonda Tartu Riiklikus Ülikoolis - niisiis kokku praegu 128, neist 68 naist ja 60 meest. Nende loetelu ja praegused tööning asukohad on esitatud artikli lõpus.

Erialade järgi jagunevad ringi endised liikmed järgmiselt.

Ihtüolooge on 38 (31%). Nende diplomitööd käsitlevad kalade morfoloogiat, füsioloogiat, toitumist, kalamajandust, noorkalu, kalade ökoloogiat, embrüoloogiat ja faunistikat. Üksikasjalikumalt on uuritud 15 kalaliiki ja kalanduslikult mitmeid rannikumere osi, kõiki vabariigi suuremaid järvi ja hulk jõgesid.

Hüdrobiolooge on 20. Nende hulgas on planktonolooge 3, bentolooge 3 ja üldhüdrobiolooge 2, ülejäänud käsitlevad oma diplomitöödes üksikuid hüdrobiontide rühmi.

Entomolooge on 16. Nende diplomitöödest 2 on üldökoloogilised, 4 üldfaunistilised, ülejäänud käsitlevad üksikuid putkarühmi. Entomoloogid on uurinud mitmeid Eesti raba- ja järve- ja jõeluhti, metsi ning looduskaitsealasid.

Ornitolooge on 15. Nende diplomitööd on üldfaunistilised, ökoloogilised, morfoloogilised või füsioloogilised. Üksikasjalikumalt on uuritud pütte, vareslasi ja rästaid, ornitoloogiliselt aga mitmeid raba- ja soomaastikke, looduskaitse- ja rannikualasid.

Teriolooge on 12. Nende diplomitöödest 4 on üldfaunistilised, teised tööd käsitlevad üksikuid liike või rühmi -

hiirlasi, ondatrat, põtra, hülgeid.

Antropolooge on 10. Nende diplomitöödest 8 käsitlevad õpilaste füüsilist arengut, üks on paleoantropoloogia alalt ja üks käsitleb mordvalasi.

Parasitolooge on 5, neist 3 ornito- ja 2 ihtüoparasitoloogi.

Peale loetletud loomarühmade leiavad ringi endiste liikmete diplomitöodes käsitlust veel ainuraksed, nematoodid, oligoheedid, kaanid, ämblikulised, lestalised, vähid, kiililised, ehmostiivalised, liblikalised, kahetiivalised, limused ja kahepaiksed. Endiste liikmete seas on üks histoloog, üks tsütoloog ja ühe diplomitöö käsitleb fenoloogiat.

Endiste liikmete ülikooliaegset teaduslikku produktiooni võib hinnata umbkaudu 20 000 masinakirjaleheküljele.

Ringi endised liikmed töötavad praegu üsna mitmesugustes asutustes. Kõige rohkem - 30 inimest - on teaduste akadeemiate allasutustes: ENSV TA Zooloogia ja Botaanika Instituudis 25, Ajaloo Instituudis 1, Eksperimentaalbioloogia Instituudis 2 ja Keskraamatukogus 1 ning NSVL TA Zooloogia Instituudis 1. Neist 1 on sektorijuhataja, 17 teaduslikku töötajat, 7 aspiranti ja 5 inseneri, laboranti jm.

Vabariigi kõrgemates õppeasutustes töötavad 27 endist ringi liiget: TRÜ-s 24, Eesti Põllumajanduse Akadeemias 2 ja Tallinna Pedagoogilises Instituudis 1. Neist on õppejõude 8, teaduslikke töötajaid 5, allüksuste juhatajaid 2, aspirante 1, abiõppepersonali 8, insenere, raamatukogutöötajaid jm. 3.

Haridusministeeriumi süsteemis pedagoogidena töötavad 28 lõpetanut, kokku 24 koolis. Neist on rajooni koolide inspektoreid 1, õppealajuhatajaid 5 ja õpetajaid 22.

Mitteakadeemilistes teaduslikes ja rakenduslikes asutustes töötavad 35 endist liiget oma erialal: Eesti Mere-ihtüoloogia Laboratooriumis juhataja, 6 teaduslikku töötajat ja 1 insener-ihtüoloog; Eesti Kliinilise ja Eksperimentaalse Meditsiini Instituudis 2 teaduslikku töötajat; Ees-

ti Loomakasvatuse ja Veterinaaria Teadusliku Uurimise Instituudis 2 teaduslikku töötajat ja zootehnik; Tallinna Epidemioloogia-Mikrobioloogia ja Hügieeni Uurimise Instituudis 1 teaduslik töötaja; Looduskaitse Valitsuses 1 inspektor; Matsalu Looduskaitsealal juhataja ja 2 teaduslikku töötajat; Vaika Looduskaitsealal juhataja; Tallinna Loodusteaduste Muuseumis 1 teaduslik töötaja; Ida-Balti Basseini Kalavarude Kaitse ja Taastamise ning Kalapüügi Reguleerimise Valitsuses 3 teaduslikku töötajat ja 2 inspektorit; Sisevete Kalamajanduse Valitsuses 1 teaduslik töötaja, 1 insener ja Äksi Kalahaudemaja direktor; Toiduainetetööstuse Valitsuse Kesklaboratooriumi 1 teaduslik töötaja; Tartu Õlletehases 1 osakonnajuhataja ja 1 vanemmeister; Tartu Konservitehases 1 teaduslik töötaja; Tallinna Filterveevärgis 1 teaduslik töötaja; Eesti Tarbijate Kooperatiivide Vabariikliku Liidu süsteemis 1 aednik ja Üleliidulise Jõe- ja Järvekalamajanduse Teadusliku Uurimise Instituudis 1 teaduslik töötaja. 5 endist liiget töötab kirjastuse liinis: "Eesti Looduse" peatoimetaja, Kirjastuse "Valgus" 1 osakonnajuhataja ja Eesti Nõukogude Entsüklopeedia 1 toimetaja, "Eesti Televisiooni" toimetaja ja "Horisondi" 1 toimetaja. 2 endist liiget praegu ei tööta.

Ringi endisi liikmeid elab Tartus, Tallinnas, Pärnus, Leningradis, Rakveres, Kohtla-Järvel, Keilas, Kingissepas, Kärdlas, Mustlas, Sindis, Valgas, Matsalus, Kehras, Kiltsis, Leevakul, Põlvas, Tõstamaal, Vaikal ja Äksis.

24 endisel liikmel on bioloogiakandidaadi teaduslik kraad, üks on bioloogiadoktor. Lähematel aastatel on loota veel umbes 8 doktoriväitekirja valmimist. 15-20 inimest on oma erialal kas teaduslike töötajatena või õpetajatena laiemalt tunnustatud mitte üksnes vabariigis, vaid ka väljaspool vabariiki. Umbes 80 endist liiget on Loodusuurijate Seltsi liikmed, 10-15 ühingu "Teadus" aktiivsed liikmed. Vabariikidevahelistesse teaduslikesse organisatsioonidesse kuulub kümnekond endist liiget.

Zooloogiaringi endised liikmed lendude kaupa:

1949.a. lend, 3 inimest:

- Linda K i r t , Kehra Keskkooli õpetaja;  
Karin M a r k , biol.-kand., ENSV TA Ajaloo Instituudi  
arheoloogiasektori (Tallinnas) tead. töö-  
taja;  
Tiiu T o r p a t s , TRÜ histoloogia kateedri assistent.

1950.a. lend, 12 inimest:

- Johanna A r m a n (Kruusel), Ida-Balti Basseini Kalavarude  
Kaitse ja Taastamise ning Kalapüügi Regu-  
leerimise Valitsuse (Kalakaitse Valitsus  
Tallinnas) vanemihtuoloog;  
Linda A r u , biol.-kand., TRÜ geneetika ja darvinismi ka-  
teedri assistent;  
Ingrid H e i d e m a a (Talviste), Tartu Õlletehase osa-  
konnajuhataja;  
Adolf H o r n , Tartu Meditsiinikooli õppealajuhata-  
ja;  
Maila K i v i s a l u (Ilves), Tartu II Keskkooli õpetaja;  
Ruth L i n g (Heidema), biol.-kand., TRÜ Zooloogiamuuseumi  
tead.töötaja;  
Öie P a h k l a (Suurküla), Kalakaitse Valitsuse sanitaar-  
inspektor;  
Evi P r i k k (Kiisel), Tallinn Ed. Vilde nim. Pedagoogi-  
lise Instituudi vanemõpetaja;  
Koidula R u s e (Sepp), TRÜ zoologia kateedri vanemlabo-  
rant;  
Natalia S c h ö n b e r g , Tallinna Filterveevärgi hüdro-  
bioloog;  
Harda T e l l , biol.-kand., ENSV TA Zoologia ja Botaani-  
ka Instituudi (ZBI) limnoloogiajaama tead.  
töötaja;  
Asta V i l b a s t e (Tuisk), biol.-kand., ZBI zoologia-  
sektori tead.töötaja.

1951.a. lend, 8 inimest:

Regina D r i k k i t , Rakvere Keskkooli õpetaja;  
Vambola M a a v a r a , biol.-kand., ZBI zooloogiasektori  
tead.töötaja;  
Viktor M a s i n g , biol.-kand., TRÜ taimesüstemaatika  
ja geobotaanika kateedri dotsent;  
Jüri M e t s a r , Kirjastuse "Valgus" (Tallinnas) osakon-  
najuhataja;  
Lia P a a v e r (Paara), Tartu II Keskkooli õppealajuha-  
taja;  
Kalju P a a v e r , biol.-doktor, ZBI zooloogiasektori ju-  
hataja;  
Jüri R i s t k o k , biol.-kand., TRÜ zooloogia kateedri  
dotsent;  
Juhan V i l b a s t e , biol.-kand., ZBI zooloogiasektori  
tead.töötaja.

1952.a. lend, 5 inimest:

Vaike E r m , biol.-kand., Eesti Mereihüdroloogia Labora-  
tooriumi (EMIL Tallinnas) tead.töötaja;  
Astrid K ü t t a , Tartu VIII Keskkooli õpetaja;  
Harry L i n g , biol.-kand., TRÜ zooloogia kateedri dot-  
sent;  
Vaike S i r a k (Reimets), Sisevete Kalamajanduse Valit-  
suse (Tallinnas) peaihtüoloog;  
Hans R e m m , biol.-kand., TRÜ zooloogia kateedri dot-  
sent;  
Samal kursusel õppisid Ülo T u u l (Järvekülg), TRÜ zoo-  
loogiamuuseumi insener, ja Linda P o o t s ,  
"Eesti Looduse" (Tartus) peatoimetaja,  
kes lõpetas Moskva Riikliku Ülikooli 1952.

1953.a. lend, 7 inimest:

Einar K a r r o , ENSV TA Keskraamatukogu (Tallinnas)  
bibliograaf;  
Ludmilla N õ m m , ETKVL Tallinna Neeme aiandi aednik;



Ants O i s s a r , Sisevete Kalamajanduse Valitsuse vanem-  
insener;  
Juta S c h i f f r i n (Laudna, Reht), ENSV TA Eksperi-  
mentaalsbioloogia Instituudi (Tallinnas)  
aspirant;  
Andla U i g a (Teder, Loberg), Tartu Sanatoorse Keskkooli  
õpetaja;  
Ivar V e l d r e , biol.-kand., EMIL juhataja;  
Lenna Ö r d (Pattak), Pärnu I Keskkooli õpetaja.

1954.a. lend, 11 inimest:

Valve H a l d r e (Rebane), Tartu Sanatoorse Keskkooli  
õpetaja;  
Arvi J ä r v e k ü l g , biol.-kand., EMIL tead.töötaja;  
Lo J ä r v e k ü l g (Ase), TRÜ geneetika ja darvinismi  
kateedri vanemlaborant;  
Elli K o o l , TRÜ teadusliku raamatukogu restauraator;  
Aare M ä e m e t s , biol.-kand., ZBI limnoloogiajaama  
tead. töötaja  
Aime M ä e m e t s (Animägi), ZBI limnoloogiajaama inse-  
ner-mikrobioloog;  
Helvi O i s s a r (Summer), Tartu Konservitehase bakterio-  
loog;  
Silve O n n o (Puksing), Tartu Õlletehase vanemmeister;  
Sven O n n o , biol.-kand., ZBI zoologiassektori tead.  
töötaja;  
Evi R e m m (Taimre), ZBI laborant;  
Helju V a h t r i k (Veldre, Rõigas), ENSV Toiduainete-  
tööstuse Valitsuse Kesklaboratooriumi  
(Tallinnas) mikrobioloog.

1955.a. lend, 5 inimest:

Eino A l e v i , Äksi Kalahaudemaja direktor;  
Eino K r a l l , biol.-kand., ZBI zoologiassektori tead.  
töötaja;

N ä i t a j a	Rõssa järv	Kiruvee järv	Punamäe järv	Kautla järv (Saarejärv)	Rahkjärv	Paunküla Tudre osa	veehoidla Seapilli osa	Lindjärv	Mike-Kaksjärv	Suur-Kaksjärv	Mustjärv
Pindala ha	1,7	22,0	4,6	5,0	4,0			7,0	1,2	2,2	2,6
Suurim sügavus m	4,5	11,2	4,3	3,0	2,8	6,0	6,5	1,5	5,2	6,2	8,0
Tugeva vertikaalse kihis- tuse esinemine	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+
Vee läbipaistvus m	1,0-2,8	2,5-3,3	0,7-2,1	0,5-1,5	0,5-1,8	1,1-1,6	1,5-2,0	0,7-1,0	0,5-1,4	0,7-1,5	0,9-1,2
Vee värvus	rohakas- kollane	kollane kuni pruunikas- kollane	oranž kuni punakas- pruun	helepruun kuni puna- kaspruun	kollane kuni punakaspruun	pruunikas- kollane kuni puna- kaspruun	kollane kuni kollakaspruun	punakas- pruun	rohakas-kolla- ne kuni pru- nikaskollane	pruunikas- punane	punakaspruun
Pinnavee pH	6,0-7,6	7,8-8,1	7,4-8,2	6,5-7,8	7,8-8,3	7,1-7,2	6,9-7,7	7,6	<6-7,0	5,8	4,6-5
Pinnavee HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -sisaldus mg/l	71	146	125	255	139-160	134-181	121-122	123	4,2	0,0	12-16
Pinnavee dikromaatne oksüdeeritavus mg/l O <sub>2</sub>	32	25,8-28,3	24 ?	48-65,7	52,2-56	55,6-88	41,0-56	64	48,1-72	79,9-80	75,8-88
Pinnavee permanganaadne oksüdeeritavus mf/l O <sub>2</sub>	17,6	9,5-9,9	19,7	22,4	14,9	21,4-24,0	16,7-20,0	21,0	19,2	25,1	41,6
O <sub>2</sub> hulk põhja lähedal küllastumusprotsent	66,4	76	67	71,5	87,2	0,0	0,0	86,6	0,0	0,0	0,0
CO <sub>2</sub> hulk põhja lähedal mg/l	17,6	16,9	123	66	3,1	38	96	3,8	66	39	66
Talvine ummuksilejää- mine	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Veeoltsimine	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Zooplanktoniliikide arv (vesikirbulised + aerjalalised + keril- loomad)	27 (14+5+8)	50 (26+14+10)	44 (27+9+8)	50 (32+12+6)	32 (16+7+9)	37 (17+7+13)		46 (25+6+15)	29 (12+5+12)	34 (16+7+11)	33 (16+7+10)
Zooplanktoni hulk (vesikirbulised + aer- jalalised + kerilloomad) tuhat eks./m <sup>3</sup>	137 (136+0,5+ +0,5)	34,3(7,3+23+4) -75,8 (22,5+12,6+ +40,5)	33 (0,5+32,5+0)	272,8 (20+252,8+ +0)	104 (2+77+25)	115(8+36+ +71,5)-143 (28+18,6+ +96,4)	120,8(16+87,2+ +67,6)-204,55 (9,8+95,5+ +39,25)	23,2 (1,6+6,8+14,8)	240,5 (45+78,6+ +116,9)	109,25 (86,25+13,25+ +9,75)	81,8 (34,9+27,8+ +19,1)
Bentose keskmine asus- tustihedus eks./m <sup>2</sup>	4133	67	430	2639			1675		2410	610	
Bentose keskmine bio- mass g/m <sup>2</sup>	2,677	0,066	1,555	7,205		4,221			8,32	1,433	
Domineerivad kalalii- gid	koger (hõbekoger)	särg ahven	särg ahven	särg ahven haug	koger (hõbekoger)	ahven särg haug		koger (hõbekoger)	koger ahven	ahven	haug ahven
Järve hüdrobioloogi- line tüüp	E <sub>I</sub>	E <sub>III</sub>	D - E	D - E	D - E	D - E	D - E	D - E	D - E - D <sub>I</sub>	D <sub>I</sub> ?	D <sub>I</sub>

Tingimärgid: + - esineb  
- - puudub  
E<sub>I</sub> - pehmeveeline eutroofne tüüp  
E<sub>III</sub> - tüüpiline kalgiveeline eutroofne tüüp  
D - E - düseutroofne tüüp  
D<sub>I</sub> - tüüpiline düstroofne tüüp

Paunküla järvede ja veehoidla tähtsamad näitajad.

Ruth L e i s (Vaganay), Eesti Põllumajanduse Akadeemia  
mullateaduse ja agrokeemia kateedri vanem-  
laborant;

Ervin P i h u , biol.-kand., ZBI limnoloogiajaama tead.  
töötaja;

Andres P ä r l , Tartu XIII kooli õppealajuhataja.

1956.a. lend, 8 inimest:

Väino E r i k , Üleliidulise Jõe- ja Järvekalamajanduse  
Teadusliku Uurimise Instituudi (Leningra-  
dis) ihtüoloog;

Anto J õ g i , biol.-kand., ZBI zooloogiasektori tead.  
töötaja;

Eha-Mai J õ g i (Haaviste), Tartu III Töölisnoorte Kesk-  
kooli õppealajuhataja;

Vilma J õ g i s , NSVL TA Zooloogia Instituudi (Leningra-  
dis) parasitoloogiaosakonna aspirant;

Heino R e i l a , Pärnu Kalakaitse Inspeksiooni ihtüoloog;

Olav R e n n o , Matsalu Riikliku Looduskaitseala tead.  
töötaja;

Veera Š e s t a k o v , EMIL tead. töötaja;

Helgi V i r k h a u s e n (Järve), Tartu Laste Vastuvõtu-  
Jactuspunkti kasvataja;

1957.a. lend, 12 inimest:

Kaupo E l b e r g , ZBI zooloogiasektori tead. töötaja;

Henn H a b e r m a n , biol.-kand., ZBI limnoloogiajaama  
tead. töötaja;

Ellen-Juta H a b e r m a n (Uritam), ZBI aspirant;

Aare K i r s i p u u , biol.-kand., ZBI limnoloogiajaama  
tead. töötaja;

Mart N i k l u s , Tartus;

Evald O j a v e e r , biol.-kand., EMIL tead. töötaja;

Siiri-Mai S o o m , Kingissepa Töölisnoorte Keskkooli õpe-  
taja;

Lembit S u u r e s s a a r , Kalakaitse Valitsuse ihtüo-  
loog;

Ilmar S õ r m u s , EMIL tead. töötaja;  
Marjo-Engaja S õ r m u s (Koni), Sindi Keskkooli õppeas-  
juhataja;  
Ülo T o o t s e n , Tallinna Televisioonistuudio ajalehe  
"Eesti Televisioon" peatoimetaja;  
Sven V e l d r e , TRÜ biofüüsika laboratooriumi tead.  
töötaja.

1958.a. lend, 6 inimest:

Leo A u m e e s , Vaika Riikliku Looduskaitseala juhataja;  
Fred J ü s s i , Looduskaitse Valitsuse (Tallinnas) ins-  
pektor;  
Ilmi M a a s i k , Eesti Kliinilise ja Eksperimentaalse  
Medit siini Instituudi (Tallinnas) tead.  
töötaja;  
Valdur P a a k s p u u , Matsalu Riikliku Looduskaitse-  
ala juhataja;  
Tarmo T i m m , biol.-kand., ZBI limnoloogiajaama tead.  
töötaja;  
Viivi T i m m (Schüts), ZBI limnoloogiajaama vanemlabo-  
rant.

1959.a. lend, 6 inimest:

Tiina-Mall J a k o b s o n , EMIL tead. töötaja;  
Evi-Mai K r u u s m a a (Kirrhäiding), Eesti Põllumajanduse  
Akadeemia keemia kateedri vanemlaborant;  
Aare K u u s i k , ZBI zooloogiasektori vaneminsener;  
Jaan N a a b e r , TRÜ zooloogiamuuseumi juhataja;  
Edda P e i k r e , Tallinna Epidemioloogia-Mikrobioloogia  
ja Hügieeni Teadusliku Uurimise Instituut-  
di tead. töötaja;  
Evi P i h u (Ellermaa), ZBI limnoloogiajaama tead. töötaja.

1960.a. lend, 5 inimest:

Aime K u u m (Kietzer), Pärnu raj. haridusosakonna kooli-  
de inspektor;  
Asta-Renate M i l l e r (Hell), EMIL insener-ihtüoloog;

Uudo R o o s i m a a , Kirjastuse "Valgus" Eesti Nõukogude  
Entsüklopeedia toimetaja;  
Ants-Peep S i l v e r e , ENSV TA Eksperimentaalbioloogia  
Instituudi tead. töötaja;  
Ivo-Tiit V i i l u p , TRÜ Meditsiini Kesklaboratooriumi  
vanemlaborant.

1961.a. lend, 6 inimest:

Siiri K a a s i k (Kulbi), Mustla Keskkooli õpetaja;  
Vello K a d a k a s , Eesti Kliinilise ja Eksperimentaal-  
se Meditsiini Instituudi tead. töötaja;  
Jüri K e s k p a i k , biol.-kand., ZBI zooloogiasektori  
tead. töötaja;  
Uno K u s t a v u s , Valga I Keskkooli õpetaja;  
Mare P u h k (Pulles), Eesti Loomakasvatuse ja Veteri-  
naaria Teadusliku Uurimise Instituudi  
(LVI Tartus) kalandusosakonna tead. töötaja;  
Mall V õ h a n d u (Vare), Kiltsi Keskkooli õpetaja.

1962.a. lend, 8 inimest:

Rein A b e l , Tõstamaa Keskkooli õpetaja;  
Virve A h a s , Tartu VII Keskkooli õpetaja;  
Tiit A r u s t e , Rakvere Internaatkooli õpetaja;  
Aino-Liis E r t e l (Tassa), Pärnu Internaatkooli õpetaja;  
Heidi K r u u d a , TRÜ patoloogilise füsioloogia kateed-  
ri vanemlaborant;  
Tiiu L a i s k (Põlluveer), TRÜ Meditsiini Kesklaboratoo-  
riumi vanemlaborant;  
Siiri V e r o m a n (Lüsi), TRÜ Meditsiini Kesklaboratoo-  
riumi tead. töötaja;  
Mart V i i k m a a , TRÜ Meditsiini Kesklaboratooriumi  
tead. töötaja.

1963.a. lend, 9 inimest:

Mart E n n e v e r , LVI kalandusosakonna tead. töötaja;  
Leiu H e a p o s t , TRÜ zooloogia kateedri vanemlaborant;

Mart Kangur, ZBI aspirant;  
Jüri Kärner, TRÜ Meditsiini Kesklaboratooriumi sek-  
torijuhataja;  
Kalle Laugaste, ZBI aspirant;  
Vilju Lilleleht, TRÜ biokeemia kateedri aspirant;  
Tiit Randla, Kalakaitse Valitsuse Tallinna piirkon-  
na inspektor;  
Siiri-Mai Tassa (Hunt), Jõhvis;  
Jaan Viidalepp, TRÜ zooloogia kateedri tead.  
töötaja.  
Samal aastal lõpetas TRÜ füüsikaosakonna Tõnu Möls,  
TRÜ arvutusmatemaatika kateedri assistent.

1964.a. lend, 3 inimest:

Tiina Kesa, Põlva Keskkooli õpetaja;  
Lii Pelgonen (Leinuste);  
Rein Saluri, ajakirja "Horisont" (Tallinnas) toime-  
taja;

1965.a. lend, 3 inimest:

Ermer Merivee, ZBI aspirant;  
Laine Seppa, ZBI aspirant;  
Tiiu Tohver (Joost), LVI kalandusosakonna vanem zoo-  
tehnik.

1966.a. lend, 7 inimest:

Viiu Arvisto (Tõrv), Mäetaguse 8-kl. Kooli õpetaja;  
Aari Koff, TRÜ zoologiamuuseumi ekskursioonijuht;  
Ene Kumari, Tallinna Loodusteaduste muuseumi tead.  
töötaja;  
Viia Kuus, Leevaku 8-kl. Kooli õpetaja;  
Viivi Pungar (Lall), Kärkla Keskkooli õpetaja;  
Sanne Reimann, Keila Keskkooli õpetaja;  
Aini Virma, Keila Keskkooli õpetaja.

## Статистические данные к 20-летию

### Зоологического кружка

Ю. Р и с т к о к

#### Резюме

Дается короткий обзор о бывших членах Зоологического кружка ТГУ, их специальностях, занимаемых в настоящее время должностях, квалификации и пр. Также дается перечень бывших членов по выпускам.

**ELEKTRONMIKROSKOOPIAST JA SUBTSELLULAARSEST  
ORGANISATSIOONITASEMEST**

**A.-P. Silvere**

**ENSV TA Eksperimentaalbioloogia Instituut**

Kaasaja üht morfoloogilist uurimismeetodit - elektronmikroskoopiat - iseloomustavad järgmised tehnilis-metoodilised iseärasused:

- 1) kõrge vaakuum mikroskoobi kolonnis ja elektronkiire väike läbimisvõime tingivad uuritavate preparaatide minimaalse paksuse ja spetsiaalsed fikseerimis- ning sisetusemeetodid;
- 2) uurimiseks sobiva preparaadi minimaalsed parameetrid (nii paksus kui pindala), suhteliselt keerukad ja aeganõudvad prepareerimismeetodid ning elektronmikroskoobi väike produktiivsus raskendavad statistiliselt töödeldava andmete hulga saamist;
- 3) saadava must-valge kujutise tõttu pole mitmesugused kvalitatiiivsed värvireaktsioone andvad histo- ja tsütokeemilised reaktiivid kasutatavad;
- 4) elektronmikroskoobi töötamise põhimõte raskendab või teeb võimatuks elusate objektide uurimise;
- 5) elektronmikroskoobi väga suur suurendus ja lahutusvõime teevad kontrollmeetodite kasutamise väga keerukaks; kasutatavad kontrollmeetodid - röntgenstruktuuranalüüs, ultratsentrifuugimine, polarisatsioonmikroskoopia jt. on piiratud rakendatavusega.

Vaatamata neile kitsendustele on elektronmikroskoopia tänu väga kõrgele lahutusvõimele, mis ulatub mittebioloogiliste preparaatide juures juba üsna 0,1 nm lähedale (0,128 nm) (bioloogilistel preparaatidel 0,2-0,3 nm), ning vastavatele suurendustele (nni 250 000 x) saavutanud silmapaistvat edu just bioloogilistes uurimistes. Elektronmikroskoopiat on peaaegu eranditult kasutatud bioloogiliste objektide ultrastruktuuri, lihtsamail juhtudel viiruspartik-



lite morfoloogia, keerukamate objektide puhul nende kudede ja rakkude subtsellulaarse struktuuri selgitamisel. Ammu on ületatud esialgne umbusaldus elektronmikroskoopiliste andmete kui kontrollimatute suhtes ning tõestatud, et vaadeldavad struktuurid ei ole ei artefaktid ega ka juhuslikud moodustised. Suur tähtsus selles on rahvusvahelisel koostööl, sest eespool mainitud meetodi vähene produktiivsus raskendab suurema hulga erineva materjali läbitöötamist ühes laboratooriumis. Tänu kasutatavate meetodite täpsusele ja rangusele ning suhtelisele vähesusele on andmete võrreldavus piisav üldiste järelduste tegemiseks (Harris 1962).

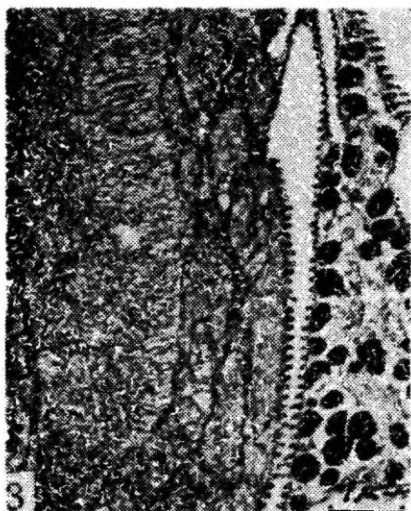
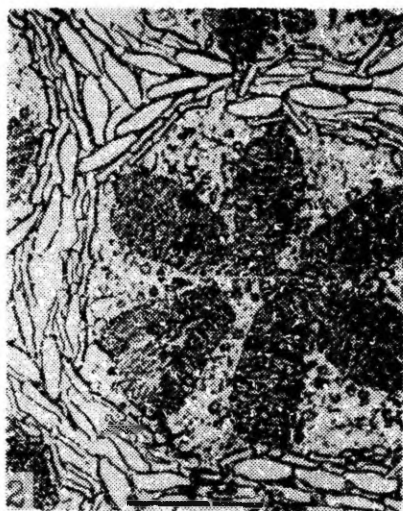
Üheks olulisemaks üldiseks järelduseks ja ühtlasi ka elektronmikroskoopia saavutuseks on seisukoha väljakujunemine, et kõik rakkude põhilised osad ning mitmesugused subtsellulaarsed komponendid koosnevad teatud ühistest elementidest: näiteks membraanstruktuurid, sõltumatult nende paiknemisest tuuma membraanis, mitokondrites, ergastoplasmas, Golgi aparaadis või teistes raku komponentides on oma põhi-ehituselt identsed (Фернандес-Моран 1961, Ходж 1961). Samasugune olukord valitseb ka ribosoomide - kõige universaalsemate subtsellulaarsete rakuelementide ja samuti teiste mitmesuguste struktuuride osas. Selline bioloogiliste struktuuride analüüs lähendab elektronmikroskoopilist morfoloogiat teatud määral elementaarosakeste füüsikale - kõne alla tulevad elementaarstruktuurid rakus.

Nendest elementaarstruktuuridest moodustatud funktsionaalsed rakukomponendid näitavad omakorda struktuuri sarnasust sõltumatult raku tüübist, looma- või taimeliigist ning on väga sarnased isegi nii erinevates organismides nagu taim ja loom. Selline on olukord näiteks valgustundiike rakukomponentidega, ükskõik kas need paiknevad inimese või mõne alama selgrootu nägemisorganis või taime kloroplastis - kõikjal on põhiline struktuur ühesugune - tihe membraanide pakend, mis kannab valgusele reageerivat ühendit (joon. 1-5).

Kogu elusa looduse aluseks olevate struktuuride silma-

paistev morfofunktsionaalne sarnasus viitab sügavale paralleelsusele erinevate organismide evolutsioonis ning teatud struktuuride ühtsele päritolule ja aitab selgitada mitmesuguste funktsionaalsete kohastumiste mehhanisme subtsellulaarsel tasemel. Nende probleemide lahendamine eeldab võimalikult suure objektide ringi haaramist elektronmikroskoopiliste uurimiste poolt ja funktsionaalse interpretatsiooni valitsema pääsemist puhtmorfoloogilise kirjeldamise üle. Viimane tendents ongi tänu eespool mainitud laiaulatuslikule koostööle ning põhiliste morfoloogiliste struktuuride sarnasuse ja püsivuse kindlakstegemisele omandanud viimasel ajal ülekaalu elektronmikroskoopilistes uurimustes. Seda demonstreeris ilmekalt ka 1966.a. sügisel toimunud VI rahvusvahelise elektronmikroskoopia kongressi programm, kus peaaegu täiesti puudusid sellised, veel hiljuti elektronmikroskoopiale iseloomulikud uurimused nagu viiruspartiklite välise morfoloogia kirjeldused, viiruse morfoloogiline määramine mingis preparaadis, rakus või koes jms. Seevastu olid väga paljud uurimused tihedas sisulises seoses biokeemiliste jt. funktsionaalsete meetoditega. Üldiselt on funktsionaalsete elektronmikroskoopiliste uurimuste aluseks struktuuride tihe sõltuvus funktsioonidest, mida nad kannavad, ning täiendav biokeemiliste uurimismetodite kasutamine. Sellisteks uurimusteks on näiteks väga põhjalikud tööd mitokondrite fermentatiivse aktiivsuse ning osavõtu kohta energiavahetusest rakkudes (Ленинджер 1966). Teistes uurimustes prevaleerib biokeemiline ja biofüüsikaline meetodika ning elektronmikroskoopia on uuritava objekti, mitmesuguste meetoditega töötlemise tulemuste morfoloogiliseks kontrolliks. Eelöeldut võib kokku võtta kui elektronmikroskoopia juhtivat positsiooni elutegevuse protsesside mehhanismi selgitamisel raku peenema ehituse tasemel.

Teisest küljest - võimalikult suurema objektide ringi haaramise osas elektronmikroskoopiliste uurimuste poolt on olukord tunduvalt tagasihoidlikum. On juba olemas



- Joon.1. Rohelise taime kloroplasti ultrastruktuur. Suurendatud 17500 korda (Leningeri järgi).
- Joon.2. Ristlõik liblika Erebus odora liitsilma fotoretseptorist. Suurendatud 3700 korda (H. Fernandez-Morani järgi).
- Joon.3. Troopilise liblika (suguk. Hesperidae) fotoretseptori ristlõik. Suurendatud 7500 korda (H. Fernandez-Morani järgi).



- Joon.4. Arhena silma valgustundliku "kepikese" distaalse osa pikilõik. Suurendatud 37500 korda (F.S. Sõstrandi järgi).
- Joon.5. Konna silma valgustundliku "kepikese" distaalse osa pikilõik. Suurendatud 22500 korda (A. Tanaka järgi).
- Joon.6. Belmisel fotol "X"-ga tähistatud osa suurel suurendusel (120 000 korda).

elektronmikroskoopilised tsütoloogilised monograafiad nii taime- kui loomarakkude suhtes (Sitte 1965, Klug 1964, Генерозова 1965, Анон yap 1966), nii normis kui patoloogilises seisundis (Полнкар, Бо 1962), samuti inimese histoloogia ja tsütoloogia elektronmikroskoopiline üsna terviklik käsitus (Rhodin 1963). Nende uurimuste käigus on võrdlusmaterjalina kasutatud ka selgrootute kudesid, kuid üldiselt on enamus imetajaist ja lindudest alamaid loomarühmi veel uurimata.

Selgrootute organismide tohutu mitmekesisus nii süsteemilises, morfoloogilises kui ka funktsionaalses, kohastumuslikus mõttes peaks pakkuma äärmiselt huvitavat materjali elektronmikroskoopilisteks uurimusteks eeskätt mitmesuguste rakustruktuuride evolutsioonilise kujunemise, morfofunktsionaalse mitmekesisuse ja adaptiivsete muutuste ultrastruktuursete aluste selgitamise seisukohalt. Sellise töö teostamisest peaksid tihedas koostöös osa võtma nii morfoloogid-süsteemataitikud, ökoloogid kui füsioloogid, sest tuleb arvestada tõsisasja, et mõningate selgrootute puhul pole täit selgust veel anatoomiaski, rääkimata histoloogiast ja füsioloogiast. Selgrootute elektronmikroskoopilise totaalse uurimise perspektiividest annab teatud ettekujutuse ka artikli autori töö pähklest (Tetrapodili, Açarina) anatoomia, histoloogia ja tsütoloogia uurimisel. Töö tulemusena on kindlaks tehtud silelihaste esinemine lüliljalgse looma skeletilihastena, parenhümaatootsne (histoloogilises mõttes) ehitusprintsip, ekskretsiooni akumulatsiooni rakusisene mehhanism ning omapärase nahklihasmõigu-taolise moodustise esinemine pähklestal. Selliste üsna ootamatute iseärasuste kohtamine lüliljalgseil asetab terve rea probleeme nii nende päritolu kui ka adaptatsioonide ulatuse ja neid kandvate funktsionaalsete muutuste morfoloogiliste, eriti subtsellulaarsete mehhanismide osas.

Praegu on raske hinnata viimati mainitud uurimissuuna perspektiive praktika seisukohalt, kuid mitmesuguste haigusetekitajate siirutusmehhanismide mõistmiseks on see tee arvatavasti üpris perspektiivne. Arvestades veel selgrootute väiksust, eriti mitmete lüliljalgsete sobivust eksperimentideks ja elektronmikroskoopilise uurimise totaalsedeks ob-

jektideks, võib oletada, et vastavasuunaline uurimistöö kujuneb viljakaks. Esimesi töid selles suunas võib juba kohata teaduslikus perioodikas ning konverentsidel, kusjuures endise võrdleva käsitlusega paralleelselt arenevad monograafilised uurimused.

K i r j a n d u s

- Harris, R.J.C. 1962. The Interpretation of Ultrastructure.  
New-York, London.
- Klug, H. 1964. Bau und Funktion der Tierischer Zellen.  
Neue Brehm-bücherei, Wittenberg-Lutherstadt.
- Rhodin, J.A.G. 1963. An Atlas of Ultrastructure.  
Philadelphia, London.
- Sitte, P. 1965. Bau und Feinbau der Pflanzenzelle. Jena.
- Алов И.А., Брауде А.И., Аспиз М.Е. 1966. Основы функциональ-  
ной морфологии клеток. Москва.
- Генерозова И.П. 1965. Ультраструктура хлоропластов. Атлас.  
Москва.
- Ленинджер А. 1966. Митохондрия. Москва.
- Поликар А., Бо Ш.А. 1962. Субмикроскопические структуры  
клеток и тканей в норме и патологии. Москва.
- Фернандес-Моран. 1961. Тонкая структура пластинчатых систем  
биологического происхождения. Современные пробле-  
мы биофизики, т. 2. Москва.
- Ходж А. 1961. Тонкая структура пластинчатых систем на при-  
мере хлоропластов. Современные проблемы биофизики,  
т. 2. Москва.

# ОБ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ И СУБКЛЕТОЧНОМ УРОВНЕ ОРГАНИЗАЦИИ

А-П.А. Сильвере

Институт экспериментальной биологии АН Эстонской ССР

## Резюме

Электронномикроскопическая методика исследования биологических объектов имеет целый ряд ограничений, обусловленных физическими основами электронной микроскопии. Но благодаря очень высокой разрешающей способности и большим увеличениям, электронная микроскопия стала ведущей методикой в морфологических исследованиях. Особенно ценным оказалось применение метода в биологии, и в настоящее время получаемые результаты уже не вызывают сомнения в отношении их достоверности и адекватности. Получаемые данные проверяются работами многих лабораторий во всем мире — в этом выражается, в частности, международный характер коллективности в современных научных исследованиях.

Общим ценным выводом из получаемых данных является признание общности элементарного строения клеточных компонентов вне зависимости от конкретного типа органоидов или клеток. Эта общность наблюдается в отношении субклеточной организации биологических объектов в самых разных тканях и органах в зависимости от их функций. Такой подход позволяет рассматривать тонкое строение биологических систем в свете элементарных структур.

В электронной микроскопии в настоящее время преобладает функционально-морфологическое направление, основанное на связи электронной микроскопии с биофизическими и биохимическими методами исследования.



# ДИНАМИКА АКТИВНОСТИ КИСЛОЙ ФОСФАТАЗЫ ПРИ КУЛЬТИВАЦИИ ДИССОЦИИРОВАННЫХ КЛЕТОК

Ю.К. Кярнер

Центральная медицинская научно-исследовательская лаборатория Тартуского государственного университета

Основываясь на том, что лизосомы можно выявить и морфологически с помощью цитохимических реакций на их компоненты (Novikoff 1960, 1961, 1963; Holt 1959, 1963; Barka 1962; de Duve 1963 и др.), мы идентифицировали лизосомы в фибробластах первичных однослойных культур эмбриональных тканей разных животных и человека (Кярнер 1963, 1966 а, б, в) и в клетках почечной культуры щенков. Выяснилось, что кислая фосфатаза, кроме лизосом, частично связана и с другими органоидами, а в старых культурах количество лизосом увеличивается. Для выяснения полной динамики распределения кислой фосфатазы в клетках первичной тканевой культуры в настоящей работе изучены исходная ткань и клетки в течение всего развития культуры.

**М а т е р и а л и м е т о д и к а.** Материалом служили фибробласты эмбриональной "кожно-мышечной ткани" курицы и крысы. Методика культивирования опубликована раньше (Кярнер 1963). В настоящей работе учитываются результаты изучения 6 серий культур и их исходной ткани в общем количестве 240 препаратов. Активность кислой фосфатазы определяли реакцией Gomori в модификации Holt (1959). Во всех опытах препараты инкубировали с субстратом в течение 1 часа. Иногда препараты подкрашивали гематоксилином Делафилльда. Параллельно изучали живые клетки в микроскопе фазового контраста.

**Р е з у л ь т а т ы с о б с т в е н н ы х и с с л е д о в а н и й.** В фибробластах исходной ткани активность кислой фосфатазы выявлялась немногими дискретными зернышками продукта реакции (рис. 1). Схожно приобретали диффузную окраску и многие ядра. Спустя два часа после посева в клетках, размеры и количество вышеназванных зернышек увеличены, а в ци-

топлазме наблюдается также диффузное окрашивание (рис. 2). Ядра оставались при этом обесцвеченными. Живые клетки характеризовались сильной вакуолизацией цитоплазмы (рис. 3). Положительную реакцию дали фазотемные гранулы, а также наружный слой или содержимое некоторых светлых вакуолей. В дальнейшем развитии можно следить за разной судьбой клеток, прикрепленных к стеклу. В части из них наряду с укрупнением отложений продукта реакции в виде гранул, увеличивается и диффузное окрашивание цитоплазмы (рис. 4). В то же время происходит сжатие таких клеток вместе с уменьшением размеров их ядер или кариорексисом. В других же клетках зернышки продукта реакции уменьшались, а диффузное окрашивание исчезало. Ядра их укрупнялись, а сами клетки приобретали более веретеновидную форму. Через два-три дня после посева активность кислой фосфатазы выявлялась, кроме гранул в цитоплазме и в виде нежной сети в зоне Гольджи, а также длинных нежных нитей вне названной зоны (рис. 5). Гранулы продукта реакции типично скопляются в зоне Гольджи и около нее, но часто наблюдается и более равномерное распределение их по всей цитоплазме. Сравнение названных препаратов с живыми клетками в микроскопе фазового контраста подтвердило наши прежние данные (Клярнер 1966 а, б), что фазотемные гранулы обладают активностью кислой фосфатазы. Заметно также диффузное окрашивание цитоплазмы (рис. 6). Зона Гольджи часто лишена гранул с активностью кислой фосфатазы. При дегенерации культуры диффузное отложение продукта реакции в цитоплазме еще повышается, чем сопровождается вакуолизация цитоплазмы, выделение вакуоль в среду (рис. 7), которое кончается разложением клеток и удалением клеточного монослоя от стекла. В наших опытах культуры дегенерировали в возрасте около двух недель после посева.

Обсуждение. Перевод клеток из организма в культуру вызывает в них активацию лизосом, что выражается увеличением количества и размеров гранул, а также диффузного распределения продукта реакции на кислую фосфатазу в посеянных клетках по сравнению с клетками исходной ткани. Такие изменения интрацеллюлярного распределения продукта реакции являются

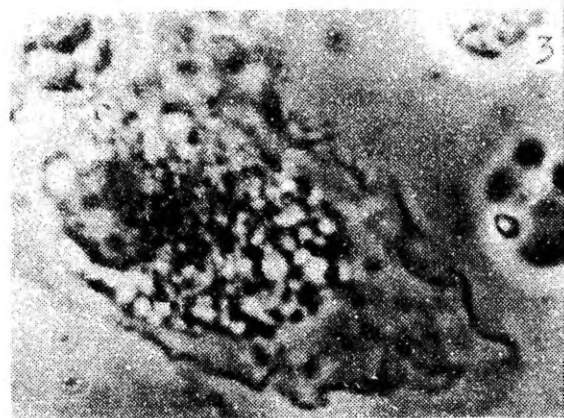
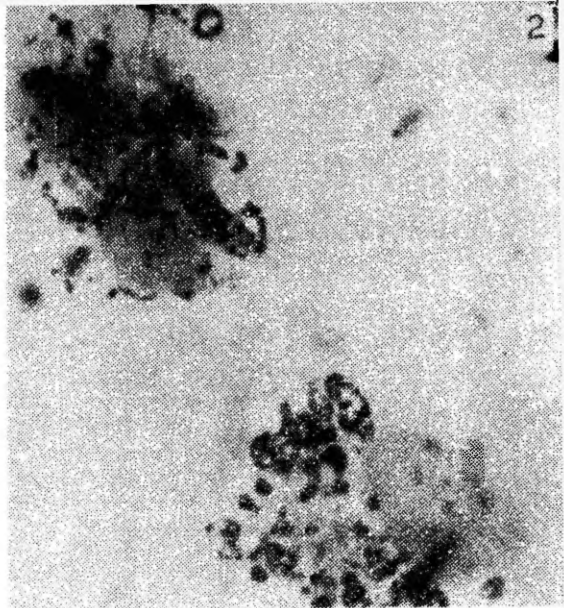


Рис. 1. Фибробласты подкожной соединительной ткани эмбриона крысы в качестве исходной ткани культивации. Реакция в модификации Об.90, ок.10.

Рис. 2. Диссоциированные фибробласты эмбриона крысы в культуре. 2 часа после посева. Обработка и увеличение, как на рис. 1.

Рис. 3. Живая клетка в культуре. 2 часа после посева. Об. 70, ок. 10.

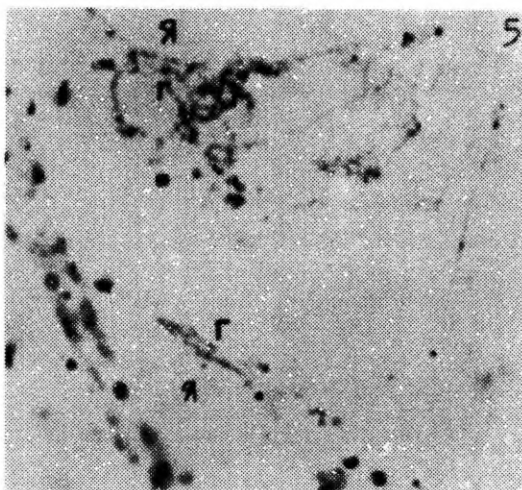


Рис. 4. Фибробласты эмбриона крысы в культуре 16 часов после посева. Стрелки указывают на погибающие клетки. Обработка, как на рис. 1. Об. 40, ВП, ок. 10.

Рис. 5. Нежные нити продукта реакции кислой фосфатазы в цитоплазме клеток. Культура эмбрионов крысы в возрасте 2-х дней. Я - ядро, Г - зона Гольджи. Об. 90, ок. 10.

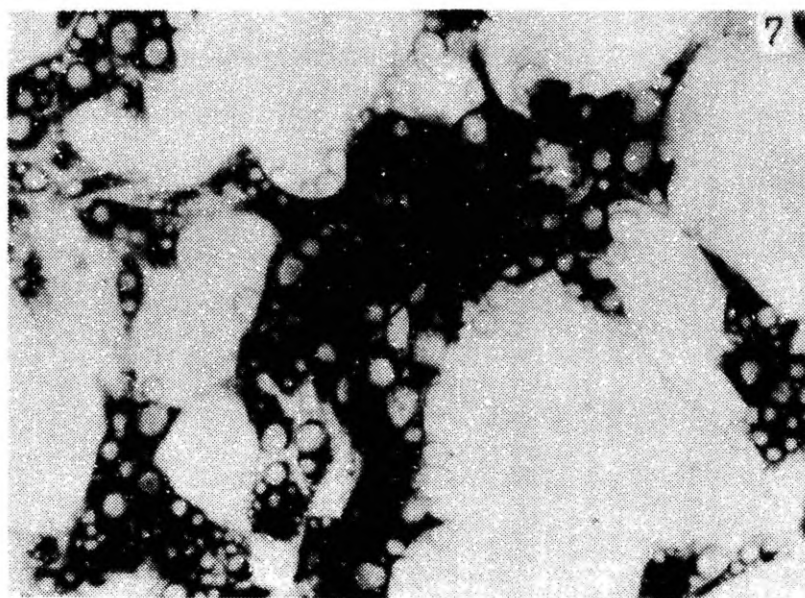
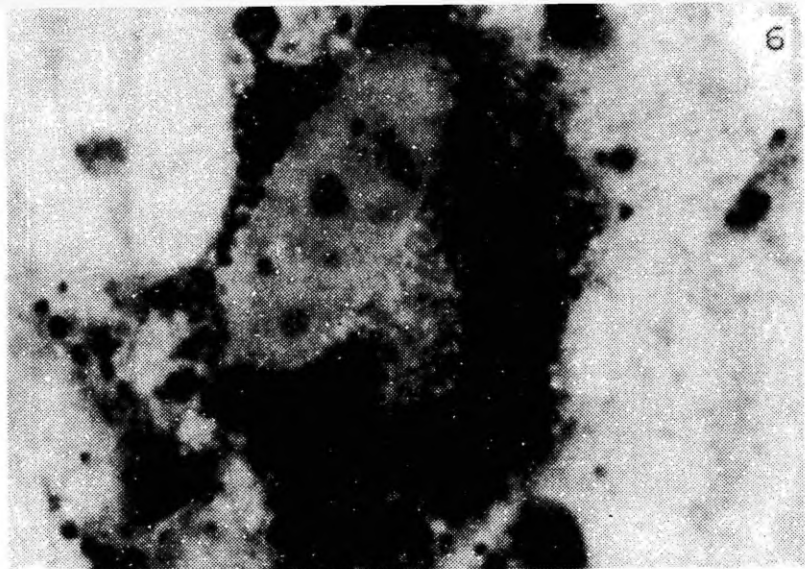


Рис. 6. Фибробласт из старой культуры эмбрионов крысы. Обработка, как на рис. 1, препарат подкрашен гематоксилином Делафилъда. Об. 90, ок. 10.

Рис. 7. Дегенерация тканевой культуры эмбрионов курицы. Обработка, как на рис. 1. Об. 9, ок. 12,5

следствием лабильности лизосомальных мембран (Bitensky 1963 a, b ; Diengdoh 1964). В зависимости от степени повреждения освобожденные от лизосом ферменты могут вызывать гибель клеток путем аутолизиса (Van Lancker a. Holtzers 1959, Novikoff 1961, Sawant a.o. 1964, Shibko a.o. 1965), или весь процесс ограничивается только очаговой деградацией цитоплазмы, от которой клетки "выздоровливают" (Hruban a.o. 1963, Hruban a. Swift 1964). В пользу такой точки зрения говорят и наши данные о культивировании клеток; часть посеянных клеток погибает, но другая часть в дальнейшем адаптируется к размножению в культуральных условиях. Такое разнообразное выживание, наверно, зависит от разной чувствительности клеток к повреждению. С другой стороны, интересно отметить, что активация в известной мере лизосомальных ферментов является необходимым условием для пробуждения митозов (Adams 1963 , Brody 1958 ).

Обнаруженная нами динамика лизосом в начале развития культуры сходная с той же в клетках регенерирующей печени ( Jordan 1964). Это является еще одним подтверждением того, что тканевые процессы, происходящие в однослойной культуре, сравнимы с теми же в регенератах в составе целостного организма (Вероман и др. 1964). Не вся активность кислой фосфатазы, выявленная цитохимически , не принадлежит лизосомам. Что касается окрашивания ядра в клетках исходной ткани, то это является неспецифическим из-за высокого сродства ядер к свинцовым ионам ( Gomori 1952). А то, что в наших опытах ядра окрашивались в клетках исходной ткани обусловлено, наверно, недостаточным промыванием кусочков тканей после фиксации (Törö a. Joó 1966). В литературе отмечают, что всем выявленным структурам продукта реакции в цитоплазме не найдется соответствующих структур в живой клетке ( Munro a.o. 1964). Как было показано нами в других работах (Кярнер 1966 а, б) сетевидное отложение свинцового сульфида около ядра при интенсивном росте клеток совпадает с аппаратом Гольджи. Нежные нити в остальной цитоплазме, видимо, принадлежат к эндоплазматической сети. Это можно считать весьма закономерным, так как

на уровне ультраструктур обнаружена кислая фосфатаза в аппарате Гольджи клеток разных тканей и организмов (Ogawa а. Shinonaga 1962, Osinchak 1964, Becker а. Sandbank 1964, Brandes а. Bertini 1964), а шероховатая форма эндоплазматической сети ответственна за продукции кислых гидролаз (Van Lancker 1964).

Гетерогенность в распределении лизосом в отдельных клетках одной культуры отмечают и Flaxman и Mulnard (1961). Они предполагают, что это отражает разные стадии жизненного цикла клеток.

Повышение количества лизосом в клетках при развитии в тканевой культуре наблюдали аналогично нашим данным и в культурах другого происхождения (Flaxman а. Mulnard 1961, Tanaka а.о. 1963, Flaxman а. Barrnett 1964, Cohn а. Benson 1965). Это можно считать прежде всего, одной особенностью развития первичной однослойной тканевой культуры, по меньшей мере для клеток соединительной ткани.

## Л и т е р а т у р а

- В е р о м а н С.Р., К о о л ь М.А., К я р н е р Ю.К.,  
Л а й с к Т.А., П ы л ь д в е р е К.И. 1964. Биологичес-  
кие особенности первичных трипсинизирован-  
ных тканевых культур. Материалы У конф. н.-и.  
Ин-та эпид., микробиол. и гигиены. Таллин.
- К я р н е р Ю. 1963. О светомикроскопической организации  
цитоплазмы фибробластов, растущих в одно-  
слойных тканевых культурах. Уч. зап. ТГУ.  
Труды по медицине УШ.
- К я р н е р Ю.К. 1966 а. О лизосомах и витальном окрашива-  
нии фибробластов в первичных тканевых культу-  
рах. Архив анат., гист., эмбриол., 5.
- К я р н е р Ю.К. 1966 б. Цитологические особенности клеток  
первичных однослойных тканевых культур. Уч.  
зап. ТГУ, 189. Труды по тканевой биологии I.
- К я р н е р Ю.К. 1966 в. Лизосомы в клетках тканевых культур.  
Тезисы УП Всесоюзного Съезда анатомов, гисто-  
логов и эмбриологов. Тбилиси.
- A d a m s R.L.P. 1963. Periodic activation of lysosomal  
enzymes during regeneration of the liver.  
Biochem. J., 87 (3).
- В а р к а Т. 1962. Cellular localization of acid phos-  
phatase activity. J. Histochem. a. Cytochem.,  
10 (2).
- В е с к е р N.H. а. S a n d b a n k U. 1964. The neuro-  
nal Golgi apparatus and lysosomes in neona-  
tal rats. J. Histochem. a. Cytochem., 12.
- B i t e n s k y L. 1963 а. Modifications to the Gomori  
acid phosphatase technique for controllen-  
temperature frozen sections. Quart. J. Micr.  
Sci., 104 (2).



- B i t e n s k y L. 1963b. The reversible activation of lysosomes in normal cells and the effects of pathological conditions. - Lysosomes (Ciba Found. Symp.), 3. London.
- B r a n d e s D. a. B e r t i n i F. 1964. Role of Golgi apparatus in the formation of cytolysosomes. Exptl. Cell. Res., 35.
- B r o d y S. 1958. Deoxyribonuclease activity and deoxyribonucleic acid synthesis in normal, regenerating precancerous and cancerous rat liver. Nature, 182 (4646).
- C o h n Z.A. a. B e n s o n B. 1965. The differentiation of mononuclear phagocytes. Morphology, cytochemistry and biochemistry. J. Exptl. Medicine, 121 (1).
- D i e n g d o h I.V. 1964. The demonstration of lysosomes in mouse skin, Quart. J. Micr. Sci., 105 (1).
- d e D u v e C. 1963. The lysosome concept. - Lysosomes (Ciba Found. Symp.). London.
- F l a x m a n B.A. a. B a r r n e t t R.J. 1964. Acid phosphatase activity in some dense bodies of cultured chick myocardial cells. J. Histochem. a. Cytochem., 12 (1).
- F l a x m a n A. a. M u l n a r d J. 1961. A cytological and cytochemical approach to the problem of the nature and origin of the meta-granules in chick cells cultivated in vitro. Archives de Biol., 72 (4).
- G o m o r i G. 1952. Microscopic histochemistry, principles and practice. Chicago, University of Chicago Press.

- H o l t S.J. 1959. Factors governing the validity of staining methods for enzymes, and their bearing upon the Gomori acid phosphatase technique. *Exptl. Cell Res.*, suppl. 7.
- H o l t S.J. 1963. Some observations on the occurrence and nature of esterases in lysosomes. - *Lysosomes (Ciba Found. Symp.)*. London.
- H r u b a n Z. a.o. 1963. Focal cytoplasmic degradation. *Am. J. Pathol.*, 42.
- H r u b a n Z. a. S w i f t. 1964. Focal degradation as a biological process. *Fed. Proc.*, 23 (5).
- J o r d a n S. 1964. Electron microscopy of hepatic regeneration. *Exptl. and Molec. Pathol.*, 3(3).
- V a n L a n c k e r J.L. 1964 Lysosomes. Concluding remarks. *Fed. Proc.* 23 (5).
- V a n L a n c k e r J.R. a. H o l t z e r s R.L. 1959. The release of acid phosphatase and beta-glucuronidase from cytoplasmic granules in the early course of autolysis. *Am. J. Pathol.*, 35 (3).
- M u n r o T.R., D a n i e l M.R., D i n g l e J.T. 1964. Lysosomes in Chinese hamster fibroblasts in culture. *Exptl. Cell Res.*, 35.
- N o v i k o f f A.B. 1960. Biochemical and staining reactions of cytoplasmic constituents. *Developing Cell Systems and Their Control*. New York, Ronald Press.
- N o v i k o f f A.B. 1961. Lysosomes and related particles. *The Cell*, II.
- N o v i k o f f A.B. 1963. Lysosome in the physiology and pathology of cells: contributions of staining methods. - *Lysosomes (Ciba Found. Symp.)* London.

- O g a w a K. a. S h i n o n a g a Y. 1962. Some notes on the origin of lysosomes studied by electron microscope. J. Histochem. a. Cytochem., 10 (6).
- O s i n c h a k J. 1964. Electron microscopic localization of acid phosphatase and thiamine pyrophosphatase activity in hypothalamic neurosecretory cells of the rat. J. Cell Biol., 21(1).
- S a w a n t P.L., D e s a i J.D., T a p p e l A.L. 1964. Digestive capacity of purified lysosomes. Biochem. et. Biophys. Acta., 85 (1).
- S h i b k o S., P a n g b o r n J. a. T a p p e l A.L. 1965. Studies on the release of lysosomal enzymes from kidney lysosomes. J. Cell Biol, 25 (3).
- T a n a k a Y. a.o. 1963. Transformation of lymphocytes in cultures of human peripheral blood. Blood, 22 (5).
- T ö r ö I. Jr. a. J o ó F. 1966. An aldehydemixture as a fixative for the preservation of both fine structure and acid phosphatase activity. Advantage of the method for block incubation. Acta Biol. Hung., 17(3).

# EPIDERMAALSETE EPITEELIDE DIFFERENTSEERUMINE

M. Viikmaa

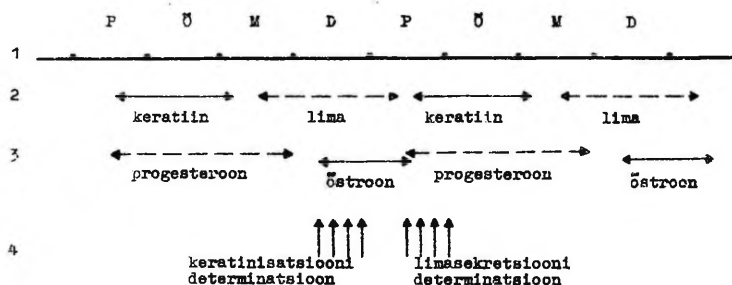
TRÜ Meditsiini Kesklaboratoorium

Epidermaalsete epiteelide rühma moodustavad organismi ektodermaalse päritoluga kattekoed ja nende näärmelised derivaadid. Nende hulka kuuluvad kõigepealt keha välispinda kattev epidermis, samuti suuõõne, ninaõõne, söögitoru, hingetoru, kuseteede ja tupe limaskestast epiteelid. Epidermaalse päritoluga on ka süljenäärmete, rasunäärmete, higi-  
näärmete ja piimanäärmete epiteliaalsed komponendid (Хло-  
пих 1934, 1946). Täiskasvanud organismi epidermis on mitmekihiline lame keratiniseerunud epiteel. Mõned epidermaalse rühma epiteelidest (näit. hingeteede limaskestast epiteel) esinevad aga normaalsetes tingimustes kuubiliste või silindriliste limasetserneerivate epiteelidena. On huvitav, et loote epidermise diferentseerumisel A-vitamiini ülehulga puhul (näit. organkultuuris A-vitamiini juuresolekul) areneb ka see kuubiliseks limasetserneerivaks epiteeliks (Fell and Mellanby 1953, Lasnitzki 1956, Fell 1957). Ka alamate organismide (nagu kalad, kahepaiksed) epidermise koostisse kuuluvad limasetserneerivad elemendid. Sellest järeldub, et epidermaalsed epiteelid on võimelised diferentseeruma nii keratiniseerunud kui ka limasetserneerivaks epiteeliks.

Huvipakkuv on selles suhtes tupeepiteel. Selle epiteeli morfoloogiline ja funktsionaalne seisund kõigub füsioloogilistes tingimustes kahe erineva diferentseerumissuuna vahel. Eriti ilmekalt avaldub see nähtus näriliste juures.

Tänapäeval on detailselt uuritud näriliste (peamiselt hiire ja roti) tupeepiteeli muutuste käiku looma seksuaaltsükli kestel (Kamell and Atkinson 1948, Husbands and Walker 1963, Honora 1963). Östraaltsükli käigus (joon. 1)

katab roti või hiire tupe limaskestast kord lame keratiniseerunud epiteel (proöstruse lõpp, östrus), kord kuubiline limasetserneeriv epiteel (metaöstruse lõpp, diöstrus, proöstruse algus).



Joon. 1. Östraaltsükli faaside, tupeepiteeli diferentseerumiste ja suguhormoonide produktsiooni vaheldumine rotil.

- 1-östraaltsükli faasid (P-proöstrus, Ö-östrus, M-metaöstrus, D-diöstrus);
- 2-tupeepiteeli diferentseerumiste vaheldumine (keratiin - keratiniseerunud lameepiteel; lima - kuubiline limasetserneeriv epiteel);
- 3-suguhormoonide produtseerimise vaheldumine ovaarides (östroon - östrogenid);
- 4-tupeepiteeli erisuunaliste diferentseerumiste determinatsiooni momendid.

Juba ammu on tõestatud, et sarvunud epiteeli diferentseerumist tupes stimuleerivad östrogenid = hormoonid, mida

produtseerivad valmivad folliikulid. Seni ollakse seisukohal, et östrogeenide manulusel esineb tupe mitmekihilise keratiniseerunud epiteel, östrogeenide puudumisel madal kuubiline epiteel. Tegelikult on olukord veidi teistsugune. Ovaarid produtseerivad östrogeene diöstrumis ja proöstrumi algul (joon. 1), s.o. ajal, kui tupe limaskest on kaetud kuubilise limasetserneeriva epiteeliga. Sel ajal, kui tupe limaskesta katab keratiniseerunud epiteel, valmistavad ovaarid progesterooni (proöstrumi lõpp, östrus, metaöstrus), mis ilmselt põhjustab epiteeli limastumise (Schwartz 1964).

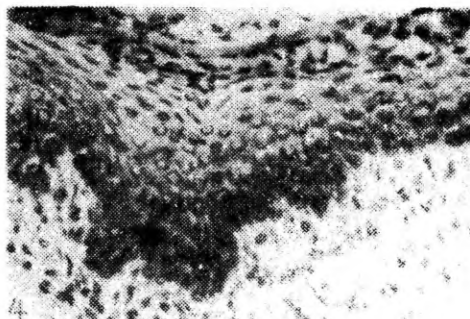
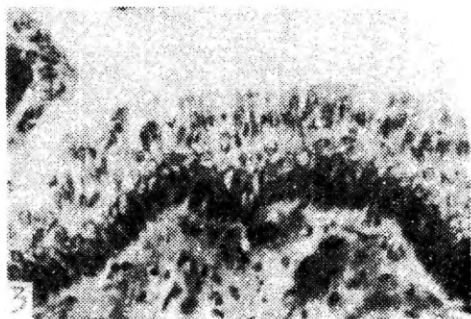
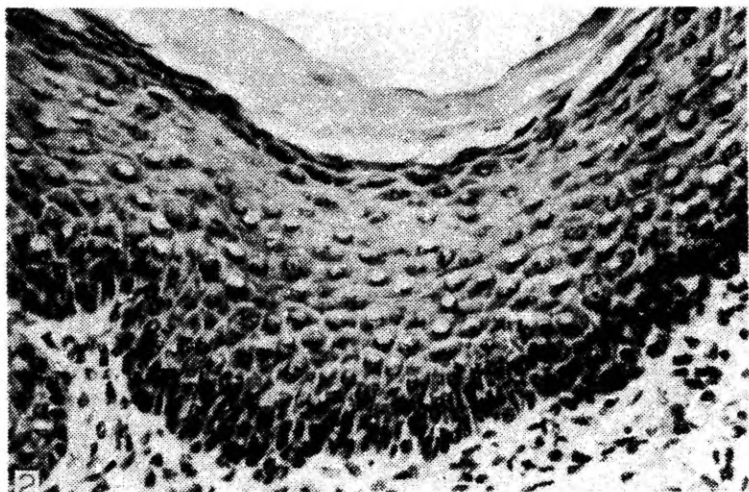
Seega determineeritakse keratiniseeruv epiteel diöstrumis, s.o. ajal, mil epiteel ise on limasetserneeriv, aga basaalkihis tekivad rakud, mis jõuavad pinnale proöstrumis. Östrogeenid toimivad induktoritena, mis määravad rakkude edaspidise diferentseerumise keratiniseeruvaks nende mitootilise tekke momendil basaalkihi rakkudest (Husbands and Walker 1963). See diferentseerumine avaldub aga hiljem (proöstrumis, östrumis), kui östrogeene enam organismis ei olegi või on neid märgatavalt vähem (joon. 1).

Et kontrollitud tingimustes uurida suguhormoonide ja muude ainete toimet tupeepiteeli diferentseerumisele, injitseeritakse neid aineid kastreeritud loomadele, kellel puuduvad oma ovaaride katset segavad mõjutused. Kastreeritud rottide tupeepiteel on atrofeerunud, 2 - 3-kihiline. Eksogeense östrogeeni injitseerimisel diferentseerub keratiniseerunud epiteel paari ööpäeva jooksul (joon. 2).

Viimaste aastate uurimustega on näidatud, et östrogeenid toimivad reageeriva koe rakkude geneetilisele aparaaturile, mõjutades spetsiifiliselt informatsioonilise RNH sünteesi (Hamilton 1962, 1963; Ui and Mueller 1963, Noteboom and Gorski 1963, Talwar and Segal 1963).

Siiani valitseb õpikutes seisukoht, et tupeepiteel ei reageeri progesteroonile (näit. Tehver 1962). Kuid viimase aja eksperimentaalsed andmed näitavad vastupidist (Green 1959, Wied and Davis 1959, Rosa and Velardo 1959, Lee and Williams 1964). Seda kinnitavad ka meie katsed. Progester-

rooni süstimisel kastreeritud rottidele diferentseerub 2 - 3 päeva jooksul silindriline limasetserneeriv epiteel (joon. 3). Samasuguse tulemuse annavad ka isassuguhormoon - testosteroon ( Попова 1963) ja A-vitamiin.



- Joon. 2. Keratiniseerunud tupeepiteel. Kastreeritud rott, süstitud östradiooli 4 päeva kestel (2 g päevas).
- Joon. 3. Silindriline limasetserneeriv tupeepiteel. Kastreeritud rott, süstitud progesterooni 6 päeva kestel (1 mg päevas).
- Joon. 4. Lamestuv tupeepiteel kuubiliste limasetserneerivate rakkudega pinnal. Kastreeritud rott, süstitud A-vitamiini 6 päeva (50000 üh. päevas), seejärel östradiooli 4 päeva kestel.

Neerupealiste hormoon hüdrokortisoon injitseerituna koos progesterooni, testosterooni või A-vitamiiniga surub maha nende limasekretsiooni stimuleerivate faktorite toime ning põhjustab tupeepiteeli keratinisatsiooni.

On selgitatud, et progesteroon, testosteroon ja A-vitamiin on lüsoosoomide (eriliste rakuorganoidide) membraanide labiliseerijad, s.t. nad suurendavad nende membraanide permeaablust ja vabastavad neist hüdrolüütilisi fermente tsütoplasmasse (Dingle 1961, 1963; Weissmann 1964). On tõestatud, et A-vitamiini mitmed bioloogilised efektid on seotud tema toimega lüsoosoomidele ja hüdrolaaside vabastamisega neist (Fell 1964, Fell a.o. 1962, Lucy 1964).

Hüdrokortisoon on aga, vastupidi, lüsoosoomide membraanide stabiliseerija (Weissmann and Dingle 1961, Fell 1962, Weissmann 1964) ja siinjuures on oluline, et see on vastupidise toimega tupeepiteeli diferentseerumisele kui eespool nimetatud lüsoosoomide labiliseerija. Ühtlasi surub ta maha nende limasekretsiooni stimuleeriva efekti.

Neist faktidest lähtudes on küllaltki põhjendatud hüpotees, et lüsoosoomidel on teatud osa rakkude diferentseerumise regulatsioonis, kuigi praegusel ajal puuduvad andmed selle protsessi mehhanismi kohta.

Lõpuks peatume koe ja rakkude diferentseerumise mõningatel erinevustel. Tupeepiteeli kui koe diferentseerumine on pöörduv - olenevalt toimivatest faktoritest kulgeb see kord keratinisatsiooni, kord limasekretsiooni suunas. Epiteelirakkude diferentseerumine on sealjuures aga pöördumatu. Keratiniseerunud epiteeli mõjutamisel näiteks A-vitamiiniga ei kujune silindrilisteks limasetserneerivateks rakkudeks mitte keratiniseerunud rakud, vaid basaal kihist tekkinud rakud (Fell 1957). Samasugune olukord esineb limasetserneerivale epiteelile östrogeeniga toimimisel (joon. 4).

Indiferentsed basaalikihi rakud on amfipotentsed, kuid epiteeli spetsialiseerunud funktsiooni kandvad diferentseerunud rakud pole võimelised teisesuunaliseks dife-



rentseerumiseks (Husbands and Walker 1963). Epiteelirakkude kahesuunaline diferentseerumine on ilmselt seotud erinevate geenikomplekside pöördumatu aktiveerumisega diferentseeriva mitoosi tagajärjel basaalkihi rakkudes.

#### Kirjandus

- D i n g l e , J.T. 1961. Studies on the mode of action of excess of vitamin A. 3. Release of a bound protease by the action of vitamin A. Biochem. J., 79.
- D i n g l e , J.T. 1963. Action of vitamin A on the stability of lysosomes in vivo and in vitro. - Lysosomes (Ciba Found. Symp.).
- F e l l , H.B. 1957. The effect of excess vitamin A on cultures of embryonic chicken skin at different stages of differentiation. Proc. Roy. Soc. B, 146.
- F e l l , H.B. 1962. The influence of hydrocortisone on the metaplastic action of vitamin A on the epidermis of embryonic chicken skin in organ culture. J. Embryol. exp. Morphol.
- F e l l , H.B. 1964. Some effects of hypervitaminosis A on cells and their organelles. Biochem. J., 90.
- F e l l , H.B., D i n g l e , J.T. and W e b b , M. 1962. Studies on the mode of action of excess of vitamin A. 4. The specificity of the effect on embryonic chick-limb cartilage in culture and on isolated rat-liver lysosomes. Biochem. J., 83.
- F e l l , H.B. and M e l l a n b y , E. 1953. Metaplasia produced in cultures of chick ectoderm by high vitamin A. J. Physiol., 119.

- Green, J.A. 1959. Effects of steroid hormones on the epithelium, tunica propria and their junction in the mouse vagina. *Anat. Rec.*, 135.
- Hamilton, T.H. 1962. Inhibition of protein synthesis and some quantifications of early estrogen action and response. *Sci.*, 138.
- Hamilton, T.H. 1963. Isotopic studies on estrogen-induced accelerations of ribonucleic acid and protein synthesis. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 49.
- Husbands, M.E. and Walker, B.E. 1963. Differentiation of vaginal epithelium in mice given estrogen and thymidine- $H^3$ . *Anat. Rec.*, 147.
- Kamell, S.A. and Atkinson, W.B. 1948. Effects of ovarian hormones on certain cytoplasmic reactions in the vaginal epithelium of the mouse. *Proc. Soc. Exp. Biol.* 68.
- Lasnitzki, I. 1956. The effect of excess vitamin A on organ cultures of human foetal epidermis. 34th Ann. Rep. Brit. Exp. Cancer Comp.
- Lee, A.E. and Williams, P.C. 1964. Oestrogen antagonists: assay by inhibition of vaginal cornification. *J. Endocrin.*, 28.
- Lucy, J.A. 1964. Membrane permeability and the control of cellular function. Metabolic control mechanisms in animal cells. *Nat. Cancer Inst. monograph.*, 13.
- Notebom, W.D. and Gorski, J. 1963. An early effect of estrogen on protein synthesis. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 50.
- Rosa, Ch.G. and Velardo, J.T. 1959. Histochemical localization of vaginal oxidative enzymes and mucins in rats treated with estradiol and progesterone. *Ann. N.-Y. Acad. Sci.*, 83.

- S c h w a r t z , N.B. 1964. Acute effects of ovariectomy on pituitary LH, uterine weight, and vaginal cornification. Amer. J. Physiol., 207.
- T a l w a r , G.P. and S e g a l , S.J. 1963. Prevention of hormone action by local application of actinomycin D. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 50.
- T e h v e r , J. 1962. Loomade histoloogia. Tln., ERK.
- U i , H. and M u e l l e r , G.C. 1963. The role of RNA synthesis in early estrogen action. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 50.
- W e i s s m a n n , G. 1964. Labilization and stabilization of lysosomes. Federat. Proc., 23.
- W e i s s m a n n , G. and D i n g l e , J. 1961. Release of lysosomal protease by ultraviolet irradiation and inhibition by hydrocortisone. Exp. Cell Res., 25.
- W i e d , G.L. and D a v i s , M.E. 1959. Synergism and antagonism of sex steroids as determined on the vaginal epithelial cells. N.-Y. Acad. Sci. Ann. Art. II, 83.
- П о п о в а Е.А. 1963. Изменчивость влагалищного и маточного эпителия крыс в нормальных условиях и под влиянием тестостерона. Арх.патол., 25 (8).
- Х л о п и н Н.Г. 1934. Эволюция эпителиальных тканей и их взаимоотношения с внешней и внутренней средой организма. Арх.биол.наук, 36, А, I.
- Х л о п и н Н.Г. 1946. Общебиологические и экспериментальные основы гистологии. Изд. АН СССР.

## ДИФФЕРЕНЦИРОВКА ЭПИДЕРМАЛЬНЫХ ЭПИТЕЛИЕВ

М. Х. Вийкмаа

Центральная медицинская лаборатория ТГУ

### Резюме

Эпидермальные эпителии высших животных потенциально способны дифференцироваться как в кератинизирующий, так и в слизеобразующий эпителий, в зависимости от условий дифференцировки. Состояние влагалищного эпителия в физиологических условиях флуктуируется между двумя разными направлениями дифференцировки — кератинизации и ослизнении. При этом направление дифференцировки клеток детерминируется под влиянием индуцирующих факторов (эстрогенов и прогестерона) во время митотического возникновения клеток в базальном слое. Дифференциация клеток высших слоев является необратимой.

При действии эстрогена и гидрокортизона, введенных извне, влагалищный эпителий кастрированных крыс дифференцируется в плоский кератинизирующий. При введении прогестерона, тестостерона и витамина А влагалищный эпителий становится цилиндрическим слизеобразующим. Гидрокортизон подавляет эффект этих ослизняющих факторов и эпителий кератинизируется.

Так как известно, что прогестерон, тестостерон и витамин А являются лабилизирующими факторами мембран лизосом, а гидрокортизон, наоборот, стабилизатором лизосом, высказывается предположение, что лизосомы имеют некоторую роль в регуляции дифференцировки эпителиальных клеток.

## НЕРЕГУЛЯРНАЯ ГИПОТЕРМИЯ У МЕЛКИХ ПТИЦ

Ю. Кеспайк

На основе литературных источников ( King, Farner 1961; Шилов 1966 и др.) можно заключить, что регулируемая гипотермия у птиц (летаргия, холодное оцепенение) с точки зрения биоэнергетики выражается в двух принципиально отличающихся формах:

а) регулярная сезонная гипотермия, похожая на спячку млекопитающих, и

б) нерегулярная гипотермия, возникающая у птиц при неблагоприятных метеорологических условиях, сопровождающихся резким уменьшением кормовой базы.

Если первая из них связана с накоплением жировых запасов и среди птиц очень редкое явление (известно только у одного вида козодоев Palaeonoptilus nuttallii), то вторая, наоборот, сопровождается расходом энергетических ресурсов и встречается довольно часто.

Несмотря на то, что нерегулярная гипотермия по полевым наблюдениям зарегистрирована приблизительно у 50 видов птиц ( Mc Atee 1947 ), экспериментально она доказана только у колибри (Lasiewski 1963 и др.), стрижей (2 вида - Koskimies 1948, Bartholomew а.о. 1957), ласточек (3 вида - наши данные), большой синицы (Steen 1958) и зябликов (наши данные).

У все приведенных видов нерегулярная гипотермия имеет ряд общих признаков:

I. Впадение в состояние оцепенения можно рассматривать как переход на новый режим химической терморегуляции, где переменными являются два параметра - обмен и температура тела. Формируются в онтогенезе оба режима терморегуляции параллельно, по мере совершенствования механизмов теплопродукции в грудной мускулатуре (установлено у птенцов стрижей - наши данные).

У стрижей (Microtus apus) удалось обнаружить, что переход в состояние гипотермии осуществляется переключением тепло-

образовательных процессов в грудной мускулатуре на новый неизменный уровень работы путем уменьшения количества активных двигательных единиц (миковольтаж биопотенциалов падает от 800 МКВ до 500 МКВ — наши данные).

Оптимальный режим работы химической терморегуляции в летаргическом состоянии наблюдается только при определенном перепаде температуры тела, нижним пределом которого является так называемая пороговая температура тела. Величина критической температуры тела, а также интенсивность теплообразовательных процессов (количество активных двигательных единиц в грудной мускулатуре) видоспецифические: у колибри понижение температуры тела от исходной величины (стандартная температура тела) на  $30^{\circ}$ , у стрижей, ласточек и зябликов соответственно на  $20$ ,  $10$  и  $5^{\circ}$ .

Новый заданный режим теплообразовательных процессов и критическая температура тела под воздействием температурного фактора среды определяют динамику входа в состояние гипотермии и выхода из нее (рис. I).

Переключение на новый режим терморегуляции происходит под воздействием эндогенного компонента ("биологические часы"). Таким образом понижение температуры тела является пассивным процессом, так как при новом режиме теплообмена образуется дефицит тепла. Следовательно, скорость понижения температуры тела зависит, в основном, от охлаждающей силы окружающей среды.

Выход из гипотермии происходит под воздействием эндогенного компонента только при температурных условиях среды выше т.н. предельной адекватной температуры среды ( $\text{пкт}^{\circ}$  — температура среды, при которой заданный режим теплообразовательных процессов обеспечивает пороговую температуру тела). В пределах выше предельной адекватной температуры среды ( $\text{пкт}^{\circ}$ ) глубину "сна" (уровня температуры тела) определяет соотношение теплопродукции и теплоотдачи (теплопродукция в летаргическом состоянии постоянная, изменяется только теплоотдача).

При температуре среды ниже предельной адекватной температуры ( $\text{пкт}^{\circ}$ ) выход из гипотермии не является результатом

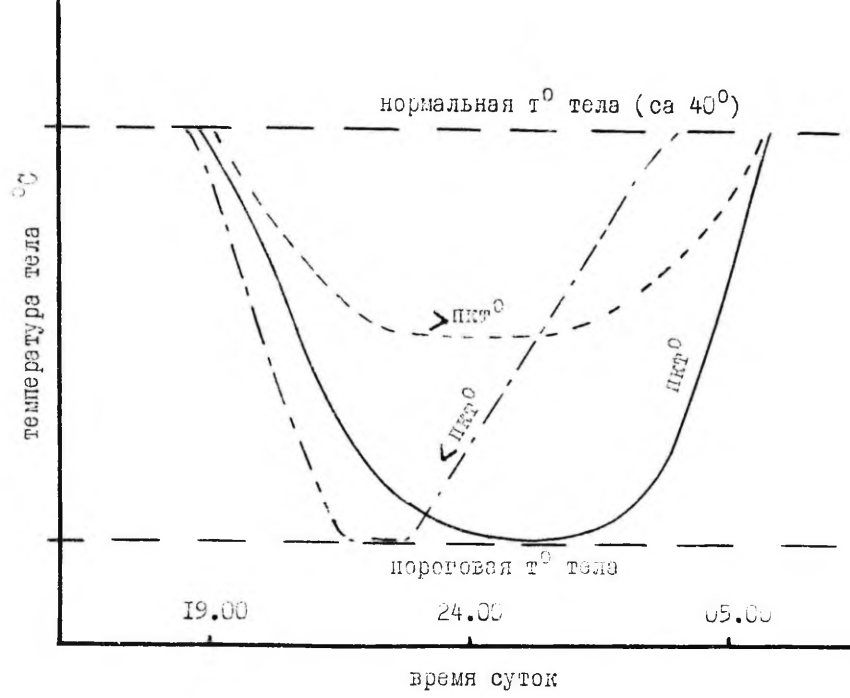


Рис. 1. Вход в гипотермию и выход из нее в зависимости от охлаждающей силы окружающей среды (схема, объяснение см. в тексте).

эндогенного ритма, а регулируется сигнальными механизмами, предупреждающими переохлаждение организма. Решающее значение при этом имеет достижение уровня пороговой температуры тела. Чем быстрее оно происходит, тем быстрее начинается выход из гипотермического состояния. (По-видимому, именно так объясняется факт, что у ласточек длительность летаргического состояния при низких температурах среды короче (наши данные)).

2. Четкий суточный цикл регулируемой гипотермии. Вход в состояние гипотермии происходит только после заката солнца и выход из него перед восходом солнца.

Несколько иначе придется относиться к дневному оцепенению, которое наблюдается сравнительно часто у ласточек. Оно является уже предсмертным состоянием, так как вес ласточек по нашим исследованиям всегда приближается к летальному (потери веса, например, у Hirundo rustica 39 %)

3. Поддержание пониженного обмена у птиц с незначительными энергетическими резервами позволяет более экономно расходовать энергетические ресурсы в течение времени, когда они не пополняются (рис. 2, рис. 3).

Межвидовые различия в разнообразии глубины гипотермического состояния выясняются при сопоставлении экологических особенностей рассмотренных видов.

У колибри ухудшение погоды резко нарушает условия питания. Кроме того чрезвычайно малые размеры и соответственно высокий уровень обмена приводят к тому, что расход энергии в течение ночи может привести к серьезным нарушениям их энергетического баланса (Шилов 1966). Исходя из этого, колибри являются более совершенно адаптированными к неблагоприятным кормовым и температурным условиям.

Так же аperiodически ухудшающие кормовые условия (иногда до полного исчезновения насекомых) потребуют от видов зависящие от количества аэропланктона - стрижей и ласточек - сравнительно совершенные механизмы регулируемой гипотермии.

Менее зависимые от этих факторов являются зерноядные и остальные насекомоядные птицы, однако имеющую у них место



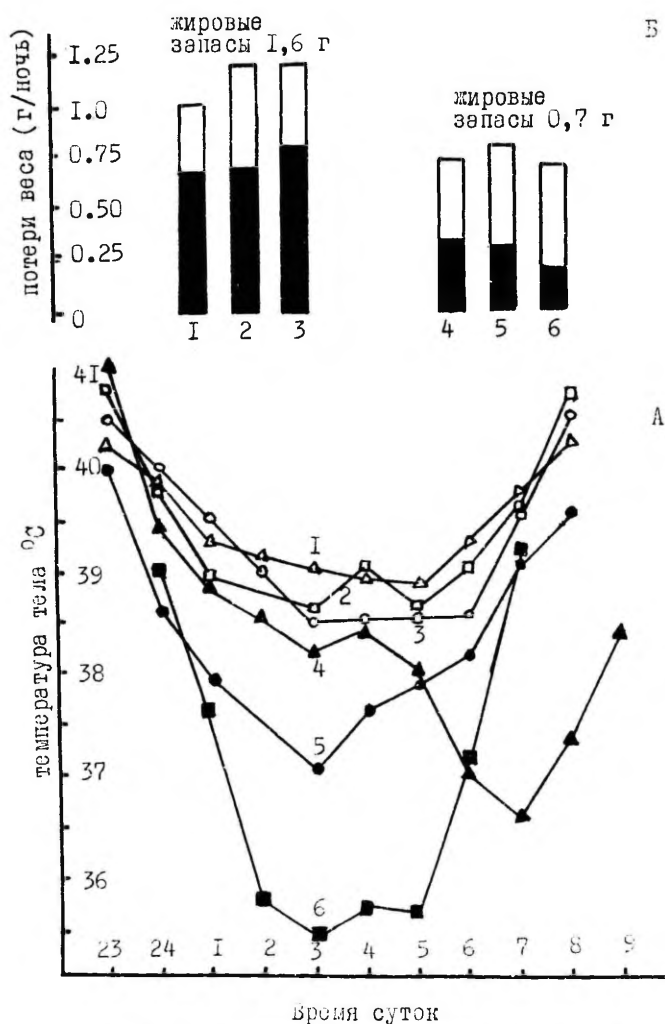


Рис. 2. ночные колебания температуры тела (А) и ночные потери веса и жира (Б) у "жирных" (1, 2, 3) и "тощих" (4, 5, 6) зябликов (*Fringilla coelebs*) в предмиграционный период ( $t^0$  среды 6 - 8<sup>0</sup>). Цифры 1... 6 обозначают номер подопытных.

Б - ночные потери веса - черный + белый столбик  
ночные потери жира - черный столбик.

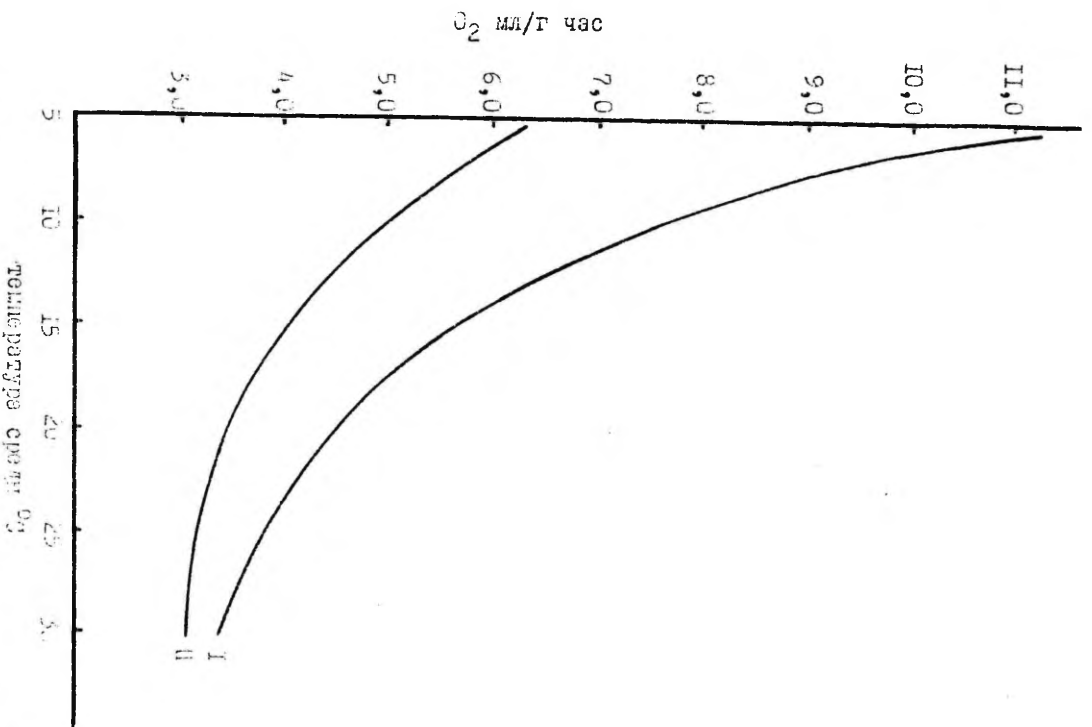


Рис. 3. Изменение содержания кислорода при разных (I) и разных (II) величинах температуры.

амплитуду ночного колебания температуры тела (в зависимости от жировых резервов птиц) следует расценивать как первичную форму регулируемой гипотермии, имеющую значение в некоторые сезоны года (рис. 2). Последняя группа птиц в состоянии легкой гипотермии не теряет способности к взлету.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

- Ш и л о в И.А. 1966. Естественная обратимая гипотермия у птиц. Вестн. МГУ, сер. VI, (I).
- Bartholomew G.A., Howell T.R., Cade T.J. 1957. Torpidity in the White-throated swift, anna hummingbird, and poor-will. Condor 59, (3).
- King J.R., Farner D.S. 1961. Energy metabolism thermoregulation and body temperature. A.J. Marshall (ed). Biology and comparative physiology of birds, 2. New-York.
- Koskimies J. 1948. On temperature regulation and metabolism in the swift, *Micropus apus* (L.) during fasting. Exp., 4, (7).
- Lasiewski R.C. 1963. Oxygen consumption of torpid, resting, active, and flying hummingbirds. Physiol. Zool., 36 (2).
- McAtee W.L. 1947, Torpidity in the birds. Amer. Midl. Nat., 38, (1).
- Steen J. 1958. Climatic adaptation in some small birds. Ecol., 39, (4).

# LAULURÄSTA ÖÖPÄEVARÜTMI ERINEVUSI RÄNDE-EELSEL

## JA RÄNDEPERIOODIL

Ene K u m a r i

Loomade aasta- ja ööpäevarütmile, nende sõltuvusele fotoperiodismist on alles viimase paari aastakümne jooksul püütud lahendust leida füsioloogiliste eksperimentaalsete meetoditega.

Loomade orienteerumine päevaajas võimaldab neil teatavaid kindlaid eluprotsesse sooritada just neil aegadel, mis on selleks kõige kohasemad. Näiteks rändavad paljud linnud öösiti, mida Palmgren (1936) seletab sellega, et ööränduritel pääsevad öösel domineerima rändeärritused, sest ümbruse tajumine (mis on tähtis toiduotsimiseks) nägemismeele kaudu puudub. Sel viisil toimub ööränduritel otstarbekohane kohastumine päevaajale: valgel ajal toitumine ja puhkus, öösel ränne ja puhkus.

Käesoleva töö katseandmed on saanud ENSV TA Zooloogia ja Botaanika Instituudi Puhtu ornitoloogiajaamas 19. augustist 13. novembrini 1963 ja 17. juulist 4. oktoobrini 1964, uurides rästaste (laulu-, vainu- ja musträstas) ööpäevarütmil puuritingimustes. Et Puhtus oli võimalik kõige enam katsematerjali saada laulurästa kohta, põhineb käesolev kirjutas peamiselt selle linnuliigi rände-eelse perioodi (juuli lõpust septembrini) ja rändeperioodi käitumise uurimise tulemustel (september, oktoober).

Kõiki rästasid kasvatati üles pesapoegadest. Mõlemal aastal olid põhilisteks uurimisobjektideks 4 isendit laulurästasid (mõlemal aastal erinevad linnud), esimesel aastal peale selle veel 1 vainurästas ja 7 musträstast.

Katsed toimusid kolmpäevakutena. Igale katseperioodile järgnes 3-päevane vaheaeg. Katset paigutati linnud puuri-

desse, mis asusid loodustlähedastes tingimustes (majast väljas vabaõhuvoljääris või lahtiste akendega ruumis). Igas puuris asus hüppevarb, millele laskuva linnu iga hüpe registreeriti aktograafi kaudu trumlil pöörlevale tahmalindile. Trumli pöörlemisperiood oli 24 tundi. Sel viisil saadi tahmalindil rästaste suhtelise aktiivsuse graafiline kujutis (kriipsud). Andmete läbitöötamisel väljendati rästaste liikumisintensiivsust 10-pallilises süsteemis (vastavalt kriipsude rohkusele).

Lindude toitumISRütmI registreeriti analoogiliselt aktograafi abil, mis andis toidunõu iga külastuse kohta tahmalindile vastava kriipsu. Katselinde söödeti standardse söödaga - iga isendi kohta 80 g toitu ööpäevas. Lindude rasvasuse määramiseks kasutati Westi (1960) poolt soovitatud 5-pallilist skaalat. Kehakaalu määramiseks kaaluti katses olevad linnud iga päev kell 24 - s.o. ajal, kui nende seedetrakt oli tühjenenud.

Katsete tulemused on kokkuvõttes järgmised. Suve- ja sügisessioonil võib laulurästa aastarütmikas eristada kaht perioodi - 1) rände-eelne periood, 2) rändeperiood. Nii rändevaatlused looduses kui ka katsed laboratooriumis viitavad sellele, et laulurästa juures läheb esimene periood teiseks üle septembrikuus - sõltuvalt erinevatest meteoroloogilistest tingimustest eri aastatel.

Laulurästa ööpäevane käitumine rände-eelsel ja rändeaegsel perioodil on märgatavalt erinev. Rändeaegsel perioodil võib liigi aktiivsuse ööpäevarütmis täheldada 2 kõrgpunkti: hommikul ja õhtul. Rästad ärkavad umbes päikesetõusu ajal ja asuvad kohe aktiivselt tegutsema 4-5 tunniks intensiivsusega 2-6 palli. Õhtune aktiivsuse tipp langeb ajavahemikule 30-40 min enne ja mõnikümmend minutit pärast päikeseloojangut (üldkestus 40-60 minutit).

Rändeaegsele ööpäevarütmile on iseloomulik õine aktiivsuse maksimum. Puhtu katsetes oli laulurästaste ränderahutuse kulminatsioon kella 21-22 vahel, üldine kestus õhtuti aga 3-6 tundi (kuni kella 2-ri öösel). Turava rände-

rahutusega ööd vaheldusid öödega, mil rahutust ei esinenud. Tavaliselt järgnes 3-4 rändeööle 1-2 "rahulikk" ööpäeva. Öise ränderahutuse päevadel langes lindude hommikune aktiivsus.

Toitumise aktiivsus oli rände-eelsel perioodil suurem kui rändeperioodil. Tõhusalt toituti päikesetõusust kuni kella 14-ni. Pärastlõunal oli toitumine kõige loium, kuid mõned tunnid enne päikeseloojangut elavnes uuesti. Kõik see on kooskõlas rändlindude hüperfaagiateooriaga, mille järgi linnud rände-eelsel perioodil toituvad sellepärast intensiivselt, et soetada endale rändeks vajalikke energiaallikaid - rasvavarusid naha alla ja siseelundite vahele.

Rändeaegsel perioodil vähenes toitumise intensiivsus ja oli võrdlemisi ühtlaselt jaotunud kogu valge aja peale. Rändevaheaegadel (ehk puhkepäevadel) oli toitumine jällegi intensiivne, mida võib samuti seostada hüperfaagiaga rasvavarude uuendamiseks. Neil päevadel oli lindude toitumiskäitumise samasugune nagu rände-eelsel perioodil ("tippudega" hommikul ja õhtul).

Katselindude toidutarvitus tõusis 25. septembrist 1963 järsult ja saavutas maksimumi oktoobri teisel dekaadil (23 g kuivtoitu ööpäevas). See on kooskõlas laulurästa pingse rändeperioodiga oktoobris, mainitud aastal.

Katselindude rasvavarude hulk oli suurim (5 palli) oktoobri esimesel dekaadil, s.o. intensiivse rände algperioodil. Rändea ajal on rasvavarude tase kõikuv - kooskõlas rändelainetega toimub varurasva kulutamine ja uute varude soetamine.

Võrreldes rasvavarudega ei teinud laulurästaste keha kaal kogu vaatlusperioodi vältel selliseid hüppeid, vaid püsis keskmiselt 75 g piirides, kuna seoses rasvavarude suurenemisega väheneb vee hulk kudedes.

Meie andmed kinnitavad Odumi (1960), Kingi ja Farneri (1959, 1963), Dolniki (1963) jt. autorite väiteid selle kohta, et sõltuvalt rändeaktiivsusest võib rasv lindude kehas kiiresti kuhjuda ja kaduda. Rasv on seega bicener-

geetiline varu.

Samal ajal on ikka veel selgusetu lindude rände-eelse (ja rändeaegse) rasvumise ja ränderahutuse vahekord. Uuemad tööd (King ja Farner 1963 jt.) viitavad sellele, et rasva kuhjumine ei ole ränderahutuse otseseks põhjuseks. Võib oletada, et kuigi ränderahutuse arenemine ja rasva kogunemine on seotud ühise algega (neurohumoraalne regulatsioon), on mõlemad mehhanismid linnu organismis teineteisest eraldatud ja töötavad iseseisvalt.

Ränderahutus tema klassikalises (laias) mõistes on puurilinnu igasugune öine rahutus rändeaegadel. See ilmneb puurilinnul enamasti ajal, mil väljas tema liigikaaslased rändavad. Ent ränderahutuse täpset loomust pole siiski seni õnnestunud kindlaks määrata. Puurilinnu öist rahutust võime vaid vaadelda ja mõõta, võrrelda teda sama liigi isendite rändega looduses. Helmsi (1963) arvates on ränderahutus rändlinnus toimuvate füsioloogiliste protsesside väljenduseks, mis on mingil teadmata viisil ajaliselt seotud sama liigi isendite rändega looduses.

Rändetungi sisemine perioodsus on väliskeskkonna tegurite kontrolli all - ta on kohastunud aasta vastavale sesoonile. Ränderahutus on reguleeritud fotoperioodiliselt (Bünning 1963), on kohandatud neile päevaaegadele, mis on antud liigi rändeks kõige soodsamad. Laulurästa juures on rände kulminatsiooniks öö esimene pool ja väiksemal määral varased hommikutunnid.

Rände stiimuliks looduses võivad olla ka muutused õhu temperatuuris: temperatuuri järsk langemine toob alati kaasa ka rände tunduva elavnemise. Seda konstateerisid Siivonen ja Palmgren (1936) puuris peetava laulurästa juures.

Kohastumine päevaaajale ilmneb laulurästa rände-eelses ja rändeaegses tegevusrütmis järgmisel viisil:

1. Rände-eelsel ajal on lindudel energiavarude (rasva) kogumiseks vaja intensiivselt toituda. Laulurästas on võimeline selleks ainult valgel päevaajal. Pimeduses lakkab lindude tegevus, nad puhkavad.

2. Rändeperioodil on laulurästas kaheti aktiivne: valgel ajal toitub (ja puhkab), kuna ränne võib edukalt toimuda pimeduses.

3. Rände-eelsel ajal ei täheldata ränderahutust, kuid rändeperioodil on rahutus silmapaistev. Ränderahutuse seos rasvavarude kogunemisega ei ole selge. Selgitatud on aga laulurästa **kalduvus** teha rändeperioodidel puhkepause toitumiseks. Sel puhul võtab laulurästa rändeaegne päevarütm **ajutiselt** (mõneks päevaks) rände-eelse päevarütmil ilme. Rästaste rände lainelisus on võib-olla sõltuv sellest nähtusest.

4. Ränderütmil sõltuvus temperatuurist ja päeva pikkusest nõuab edasisi uuringuid. Võib eeldada, et mõlemad tegurid mängivad rände üldpildis tähtsat osa.

#### Kirjandus

- B ü n n i n g , E. 1963. Die physiologische Uhr. 2 Aufl.  
Berlin - Göttingen - Heidelberg.
- H e l m s , C.W. 1963. The annual cycle and Zugunruhe in  
Birds. Proc. XIII Int. Orn. Congr. Louisiana.
- K i n g , J.R. and F a r n e r , D.S. 1959. Premigratory  
changes in body weight and fat wild and  
captive male Whitecrowned Sparrows. The  
Condor, 61 (5).
- K i n g , J.R. and F a r n e r , D.S., 1963. The relation-  
ship of fat desposition to Zugunruhe and  
migration. The Condor, 63 (3).
- O d u m , E.P. 1960. Lipid deposition in nocturnal migrant  
birds. Proc. XII Int. Orn. Congr., 2, Hel-  
sinki .
- P a l m g r e n , P. 1936. Warum ziehen die Vögel des Nachts?  
Ornis Fennica, 13 (1).
- S i i v o n e n , L. und P a l m g r e n , P. 1936. Über  
die Einwirkung der Temperatursenkung auf die



Zugstimmung bei einer gekäfigten Singdrossel (Turdus ph. philomelos Brehm.) Ornis Fennica, 13 (2).

West, G.C. 1960. Seasonal variation in the energy balance of the Tree Sparrow in relation to migration. The Auk, 77 (3).

Дольник В.Р. 1963. Биоэнергетические адаптации к миграции у воробьиных птиц. Тезисы докладов V Прибалт. орн. конференции. Тарту.

## РАЗЛИЧИЯ В СУТОЧНОМ РИТМЕ ПЕВЧЕГО ДРОЗДА В ПРЕДМИГРАЦИОННЫЙ И МИГРАЦИОННЫЙ ПЕРИОДЫ

Эне Кумари

### Резюме

Суточный ритм наиболее сложен у тех видов птиц, которые проявляют активность как в светлое, так и в темное время суток. Из воробьиных птиц к ним относятся, в частности, представители семейства дроздовых.

Во второй половине лета и в начале осени (август, сентябрь) у дроздов отмечается предмиграционный период. Дроздам в этот период свойственны усиленное питание, накопление жировых депо в организме и отсутствие миграционного беспокойства. В ночное время дрозды отдыхают.

Миграции дроздов (в частности, певчего дрозда) происходят во второй половине сентября и в октябре. На основе наших работ, проведенных на Лухтуской орнитологической станции, суточный ритм певчего дрозда в миграционный период отличается от суточного ритма предмиграционного периода ярко выраженным ночным миграционным беспокойством.

В миграционный период певчий дрозд проявляет двойную активность: днем — питание, ночью — миграция. Ночью имеются благоприятные условия для миграции, а в темное время он совсем не способен к питанию.

В предмиграционный период дрозды наиболее интенсивно питаются с восхода солнца до 14 часов и перед заходом солнца.

В миграционный период активность питания меньше и определена почти равномерно по всему световому дню.

Весьма характерное явление у дроздов — ночное миграционное беспокойство. В миграционный период такое беспокойство отмечается в течение 3-6 часов после захода солнца (до 2 часов ночи), наиболее активное — вечером и слабее — в раннеутренние часы.

Одновременно с различиями в поведении, у подопытных

птиц осенью отмечается также различие в потребности пищи и в количестве жировых депо, что можно связать с подготовкой к миграции.

Различия в активности певчего дрозда в течение суток — это приспособление ко времени, наиболее подходящего для протекания данных физиологических процессов.

## PAUNKÜLA JÄRVEDE HÜDROBIOLOOGILINE ISELOOMUSTUS

### A. Mäemets

Umbes 50 km kaugusel Tallinnast läbib Tartu maantee tekkelt vallseljakute hulka kuuluvad Paunküla mäed. Vallseljakutega ühise süsteemi moodustavad siinsed väikejärved, arvult 11. Nii vallseljakud kui järved on tekkinud viimase jääaja lõpul mandrijää sulamisvete tegevuse tulemusel. Lisaks järvedele on 1960. aastal Pirita jõe ülemjooksu paisutamise teel loodud umbes 450 ha pindalaga Paunküla veehoidla, kuhu kuulub ka 3 endist järve (Tudre ning Väike- ja Suur-Seapilli järved). Tingimisi võib Paunküla järvede hulka lugeda veel 4 Paunkülast ida pool Kautla lähikonnas paiknevat järve.

Paunküla järvi on esmakordselt hüdrobioloogiliselt uurinud 1943. a. suvel Robert Voore ja Peet Kaaret, kelle mõningaid andmeid on kasutatud ka käesolevas töös. Hiljem, aastatel 1956, 1957, 1959, 1960, 1964 ja 1966, on ettekandja osavõtul Paunküla järvi uurinud mitmed ZBI kompleksed hüdrobioloogilised ekspeditsioonid. Veehoidlal on 1961. - 1963. aastani töötanud bentose uurimise eesmärgil ZBI töötajad V. ja T. Timm. Põhjalikumad hüdrobioloogilised andmed on praegu olemas 9 järve ja Paunküla veehoidla kohta, mõningaid lünklikke materjale veel 4 järve kohta. Lisaks ettekandja andmetele on käesolevas töös kasutatud töökaaslaste U. Mälgil, M. Porki, Aime Mäemetsa, T. Timmi, O. Tõlpi, N. Mikelsaare jt. materjale, samuti Rõõsa metsavahilt saadud andmeid, kellele autor tänu võlgneb.

Mõningaid hüdrobioloogilisi andmeid on Paunküla järve kohta varem avaldatud XIII Baltimaade siseveekogude uurimise teadusliku konverentsi teesuhis (Mäemets 1966).

Paunküla järved on väikesed, üldiselt alla 5 ha pindalaga veekogud. Erandiks on 22-hektarine Kiruveri järv.

Ka järvede sügavus on väike või keskmine. Kõige sügavam veekogu on Kiruvere järv (suurim sügavus 11,2 m), kõige madalam Lindjärv (suurim sügavus 1,5m).

Peaegu kõik Paunküla järved on tublisti mudastunud. Küllalt huvitav on sealjuures profundaali põhjasete. Reas järvedes (Mustjärv, Suur-Kaksjärv) on see enam-vähem tüüpline düü, mõnel järvel (Kiruvere, Kautla) jütja tüüpi, enamasti aga omapärane düü ja jütja jooni omav pruun põhjasete. Väike-Kaksjärves esineb düüs ohtralt linaleotamisest pärinevaid linajäänuseid.

Tänu järvede väikesele pindalale, suhteliselt nõrgale läbivoolule (rida endisi umbjärvi on käesoleval ajal küll kraavidega ühendatud), real juhtudel ka tuult varjavale metsale, on peaaegu kõigis üle 4 m sügavustes Paunküla järvedes, samuti veehoidlas, välja kujunenud tugev suvine temperatuuri ja vee lahustunud ainete vertikaalne kihistus. Seetõttu on olud pinna- ja põhjalähedastes vee kihtides suuresti erinevad. Eriti kehtib see vee temperatuuri kohta, mis suvel erines kuni 18° (näit. Mustjärv).

Secchi kettaga määratud suvine vee läbipaistvus on väike kuni keskmine. Suvises vee värvuses domineerivad kollased ja pruunid toonid. Suhteliselt heledaveeline on Rõõsa, vahel ka Väike-Kaksjärv. Kõige tumedam (punakaspruun või pruunikaspunane) on vee värvus Mustjärves, Suur-Kaksjärves, Lindjärves, Kautla järves ja veehoidla teatud osades. Eriti punane on vesi Suur-Kaksjärves.

Suvine pinnavee aktiivne reaktsioon (pH) on alati happeline Mustjärves ja Suur-Kaksjärves ( $\text{pH} < 6$ ), happeline või neutraalne Väike-Kaksjärves ( $\text{pH} < 6 - 7$ ), enamikus järvedes aga nõrgalt leeliseline ( $\text{pH} 7,1 - 8,3$ ). Võrdlemisi kõikuv ( $6 - 7,6$ ) on pH Rõõsa järves.

Sõltuvalt järve valgala suuruselt, allikate rohkusest ja kallaste iseloomust on Paunküla järvede vee mineralisatsioon väga mitmekesine. Mineraalaineid on väga vähe (pinnavee  $\text{HCO}_3^-$ -sisaldus alla 16 mg/l) Suur- ja Väike-Kaksjärves ning Mustjärves. Väga kõrge ( $\text{HCO}_3^-$  255 mg/l)

on mineraalainete sisaldus Kautla järves. Viimane on üldse üks mineraalaineterikkama veega järvi Eestis.

Iseloomulik on ka, et enamik Paunküla järvedest on väga rikkad orgaaniliste ainete, eriti aga huumusainete poolest. (Pinnavee dikromaatne oksüdeeritavus tavaliselt üle 41 mg/l  $O_2$ , mõnes järves koguni 88 mg/l  $O_2$ ) Eriti rikkad orgaanilistelt ainetelt on Mustjärv, Suur-Kaksjärv, Lindjärv, Kautla järv, aga ka Paunküla veehoidla, eriti selle Tudrejärve osa.<sup>1</sup> Paunküla järvede vees esinevad orgaanilised ained on peamiselt allohtoonse päritoluga ning nende rohket akumul eerumist vette soodustab soode, rabade ja metsa rohke esinemine järvede kallastel. Paunküla veehoidlas annavad orgaanilise aine põhiliselt vette jäänud puud, võsa ja risu, mis jäeti koristamata veehoidla rajamisel. Orgaaniliste ainete rohkus vajutabki Paunküla järvede hüdrokeemiale ja elustikule oma pitseri.

Rikkalik orgaaniliste ainete hulk ja vee vertikaalne stratifikatsioon põhjustavad Paunküla järvede halva suvise gaasirežiimi (eriti põhjakihtides) ja paljude järvede talvise ummuksilejäämise. Täielikult puudub hapnik suvel Kaksjärvede, Mustjärve ja veehoidla põhjakihtides. Veidi parem on olukord alla 3 m sügavustes järvedes (Rahkjärv, Lindjärv). Rekordiliselt palju leidub Paunküla järvede põhjakihtides aga süsihappegaasi. Punamäe järve, Mustjärve, Väike-Kaksjärve, Kautla järve ja veehoidla mõnedes osades esineb  $CO_2$  koguni 66 - 123 mg/l. Mõnes järves (näit. Väike-Kaksjärv) esineb põhjakihtides rikkalikult ka veeorgaanismidele kahjulikku väävelvesinikku. Talvisest ummuksilejäämisest on kindlad andmed olemas vähemalt 7 Paunküla järve ja ka veehoidla kohta. Kohalike elanike andmetel kaasneb ummuksilejäämisele erilise, seni veel

---

<sup>1</sup> Ka enne veehoidla rajamist oli Tudrejärv kirde pool asuvast rabast sissevoolavate huumusvete tõttu tunduvalt ronkem düeeritud kui eutroofse ilmega Seapilli järved.

uurimata pruuni olluse (nn. "maage") ilmutamine vette.

Mis puutub makrofloorasse, siis on Paunküla järvede floora kvalitatatiivne koosseis üldiselt vaene (liike alla 15). Eriti vähe leidub veesisest taimestikku, mis on eelkõige tingitud vee väikesest läbipaistvusest. Võib oletada isegi orgaaniliste ainete pärssivat mõju makrofloorale. Liigiliselt rikkalikuma makroflooraga on suhteliselt selgeveeline Kiruvere järv (22 liiki), kus leidub arvukalt ka penikeelte liike (Potamogeton lucens, P. perfoliatus, P. praelongus jt.). Pindalalt katab taimestik Paunküla järvedes suhteliselt väikese osa. Rikkalik on taimestik Lindjärves (peamiselt Nymphaea alba ja Potamogeton natans), kattes siin ligi 100 % järve põhjast ning tekitades kohalike elanike andmeil järvele kahekordse põhja. Üle poole pindalast katab taimestik Rõõsa- ja Rahkjärves (esimeses domineerivad samad liigid mis Lindjärves; teises Potamogeton natans, Chara fragilis ja Elodea canadensis). Paunküla veehoidlas oli rajamise järel väga ulatuslikult levinud vesikatk ja -hernes (V. ja T. Timm 1967), nüüd aga on taimestiku pindala tublisti vähenenud ning asemele tulnud teised, eeskätt kaldavee liigid. Huvitavamatest floristilistest leidudest väärivad märkimist Potamogeton alpinus Kautla järves ja maksasammal Gladopodiella fluitans Suur-Kaksjärves.

Küllalt omapärane on Paunküla järvede vetikate floora. Veeõitsemine toimub kindlasti vaid Rõõsa, Kiruvere ja Kaatsjärves, oletada võib seda ka Punamäe ja Kautla järve puhul. Enamikus järvedes aga veeõitsemine nähtavasti puudub. Selle põhjuseks võiks oletada, nagu makroflooragi puhul, mitte nii palju biogeensete ainete vähesust kui orgaaniliste, eriti huumusainete negatiivset pärssivat mõju. Vetikate flooras domineerivad enamikul juhtudel Dinobryon'i, reas järvedes ka Mallomonas'e liigid, Ceratium hirundinella, Asterionella formosa, vahel ka Micrasterias'e liigid (Suur-Kaksjärv). Sinivetikad on valdaval kohal Rõõsa järves (Microcystis'e liigid), Kiruvere järves (Oscillatoria

agardhii) ja Kautla järves (Microcystis aeruginosa).

Zooplanktoni suhtes tuleb Paunküla järvi nii kvaliteetiliselt kui kvantitatiivselt keskmisteks pidada. Suhteliselt liigirikkad (liike 50) on Kiruvere ja Kautla järved. Võrreldes sama suuruse ja sügavusega Kagu-Eesti järvedega on silmapaistvalt liigivaene zooplanktoni pelagiaalikompleks, mis veidi paremini on välja kujunenud Kiruvere järves Daphnia cucullata, Leptodora kindti, Eudiaptomus gracilis, E. graciloides, Cyclops kolensis, Cyclops sp.).

Pelagiaali kompleksi vaesuse põhjusi tuleb jälle otsida omapärastes hüdrokeemilistes tingimustes (suur orgaaniliste ainete sisaldus ei lase esineda eutroofsete vete vormidel, vee kõrge mineralisatsioon takistab aga oligo- ja düstroofsete vete liikide esinemist). Osalt võivad pelagiaalikompleksi vaesust põhjustada ka ajaloolised tegurid.

Sagedasemateks dominantideks Paunküla järvede avavees on Bosmina longirostris, Mesocyclops oithonoides ja Keratella cochlearis. Eutroofsete vete karakterliiki Daphnia cucullata't leidub vaid Kiruvere ja Kautla järves, oligo- ja düstroofsetele järvedele iseloomulik Holopedium gibberum esineb praegu ainult Mustjärves (1943. aastal leidis ka Väike-Kaksjärves).

Huvitavatest faunistilistest leidudest väärivad tähelepanu Paunküla järvede zooplanktonis düstroofsete vete karakterliigid Keratella serrulata (esineb Mustjärves ja Suur-Kaksjärves) ja Alona rustica (Mustjärves), põhjapoolse päritoluga Alona karelica ja mageveehüdra parasiit Anchistropus emarginatus (mõlemad Punamäe järves), samuti meil haruldane Kurzia latissima (Kiruvere järves), keriloom Polyarthra proloba (Mustjärves, Suur-Kaksjärves ja Rõõsa järves) jne. Tänu külmale veele esineb talvevorm Cyclops kolensis Kiruvere järves ka suvel.

Lugedes suvel pelagiaalis vesikirbuliste ja aerjalaaliste koguarvu 30 - 100 tuhat eks./m<sup>3</sup> keskmiseks näitajaks, tuleb põhiline osa Paunküla järvi paigutada just sellesse rühma. Ka Paunküla veehoidlat võib lugeda zooplanktoni hul-



galt keskmiste veekogude hulka, kusjuures Seapilli järvede piirkond on rikkam Tudrejärve piirkonnast. Huvitav on märkida, et neis veehoidla osades on erinevad ka dominandid (Tudre osas Bosmina longirostris, Mesocyclops oithonoides, Keratella cochlearis, Synchaeta; Seapilli osas Daphnia cucullata, Mesocyclops oithonoides, Kellicottia longispina), mis osalt vastab siinsete endiste järvede zooplanktoni iseloomule.

Bentose rühmadest on Paunküla järvedes ülekaalus surusääsklased ja Varia rühm, mõnes väga halva gaasirežiimiga järves (Kaksjärved) leidub profundaalis massiliselt vaid klaasiksääse Chaoborus flavicans vastseid. Eutroofsete vete indikaatorliik - oligoheet Euliyodrilus hammoniensis - esineb (sageli dominandina) mitmes Paunküla järves (Kiruverre, Punamäe, Kautla, Paunküla veehoidla). Faunistiliselt väga omapärase koosseisuga on väikese Rõõsa järve bentos, kus T. Timmi ja O. Tõlpi andmeil (Мягметс 1966) esineb ohtvalt terve rida haruldasi põhjaloomi - Chironomini gen.? l. macrophthalma (ühes proovis kuni 8000 eks./m<sup>2</sup>), Microtendipes? rezvoi (533 eks./m<sup>2</sup>), Nais simplex, Haemonais waldvogeli jt. Haruldaste liikidena leiduvad Paunküla veehoidlas rändkarp (Dreissena polymorpha), Stylodrilus heringianus, Chaoborus obscuripes jt. Huvitavaks järve lubjarikkusele osutavaks faktiks on väga suurte Anodonta celensis'e isendite ja Pisidium'i rohke esinemine rabas asuvas Rahkjärves, samuti rikkalik limuste fauna pruuniveelises Lindjärves. Samal ajal aga ei leitud Kiruverre järvest mitte ühtegi limust.

Mis puutub bentose keskmisse asustustihedusse ja biomassi, siis on see, tingituna arvatavasti eelkõige ebasoodsast gaasirežiimist ja põhjasette iseloomust, väike või keskmine. Senistel andmetel on üheks Eesti kõige vaesema bentosega järveks Kiruverre järv (67 eks./m<sup>2</sup>, 0,066 g/m<sup>2</sup>). R. Voore ei leidnud 1943. aastal ühtegi bentose organismi ka Mustjärvest (käesoleval ajal on järv bentose osas uurimata). Bentoserikkamateks järvedeks käsitletute hulgas on Väike-Kaksjärv ja Kautla.

Ka Paunküla järvede kalastik on, peamiselt talviste ummuksilejäämistest tõttu, liigivaene. Reas järvedes (Kaatsjärv, Linajärv, Rahkjärv, Lindjärv, Rõõsa) domineerivad koger ja hõbekoger (viimane on toodud kõigisse Paunküla järvedesse sisse paar aastat tagasi). Väike-Kaksjärves leidub lisaks kokredele arvukalt ka ahvenat. Mõnes düstroofses järves (Mustjärv, Suur-Kaksjärv) domineerivad põhiliselt ahven ja haug. Linaskit leidub kohalikel andmeil Punamäe, Kautla ja Kiruveres järves. Viimane on kõige rikkalikuma kalafaunaga järv Paunkülas. Olemasolevatel andmetel esineb siin 11 liiki kalu, nende seas esinevad latikas (on olnud varem dominandiks), samuti kiisk, luts jt.

Mitte veel väljakujunenud kalafaunaga Paunküla veehoidlas on tavalised särg, ahven, haug; esinevad veel roosärg, nurg, viidikas, teib ja latikas, sisse lastud on ka hõbekokre.

Kiruveres järvi on ainus Paunküla vähijärvi, kust A. Järvekülje (1958) andmetel enne 1936 /37.a. vähikatku saadi igal aastal (koos Tudre järve ja Pirita jõe lõiguga) ekspordiks kuni 100 000 vähki. Ülejäänud Paunküla järvedes puuduvad vähid nähtavasti eelkõige ebasoodsate talviste gaasiolude pärast. Varem esines jõevähki ka Seapilli järvedes, praegu leidub teda Paunküla veehoidlas.

Püüdes lõpuks Paunküla järvi vaadelda järve tüübi seisukohalt, tuleb rõhutada, et otsustades taimesliku koosseisu ja veeõitsemiste intensiivsuse järgi, on siinsete järvede biogeensete ainete sisaldus ehk troofsus enamasti keskmine või väike. Siiski võib Paunkülas kohata peaaegu kõiki üleminekuid eutroofsetelt järvedelt düseutroofsetele ja viimastelt düstroofsetele.

Tüüpilisele kalgiveelisele eutroofsele (s.o. toiteaineterikkale) järve tüübile (Mäemets 1965) vastab kõige rohkem Kiruveres järvi, millel siiski on ka mõningaid mesotroofseid jooni. Pehmeveeliseks eutroofseks järveks on Rõõsa. Rohkem düeeritud on ilmselt Kaatsjärvi, Linajärvi ja Punamäe järvi. Eesti kõige tüüpilisemateks düseutroofseks (Järnefelti

/1953/ järgi Chthonioeutroofseteks) järvedeks on Kautla, Rahk- ja Lindjärv, samuti ka Paunküla veehoidla. Viimast tüüpi veekogudes on põimunud eutroofsete ja düstroofsete järvede tunnused ning neid iseloomustab selline huvitav nähtus nagu mineraalainete ja orgaaniliste ainete rohke esinemine samas veekogus. Enam-vähem düstroofseks järveks on Mustjärv, kuna Kaksjärved paigutuvad düstroofsete ja düseutroofsete vahepeale (rohke linaleotamine on eriti Väike-Kaksjärve režiimi eutrofeerumise suunas muutnud).

Selliste küllalt erinevat tüüpi järvede paiknemine lähestikku võimaldaks Paunküla järvedel läbi viia üsna huvitavaid detailseid ökoloogilisi uurimisi.

Ka esteetilisest seisukohast pakuvad Paunküla järved ja veehoidla matkajale palju kergesti külastatavad on Karjala lambe meenutavad metsajärved - Suur- ja Väike-Kaksjärv, Eesti ilusamate ja saarerikkamate järvede hulka kuulub ka veehoidla (saari üle 30). Kõige elamusterikkam on matk mööda kitsast lopsaka taimestikuga kaetud vallseljakut Punamäe järvelt kuni veehoidlani, kus vallseljakult avaneb ilus vaade Punamäe, Must-, Rahk-, Lind- ja Kiruvere järvedele ning nende vahel paiknevatele soodele ja metsadele, samuti Paunküla veehoidlale. Omaette elamuseks on retk läbi metsade Paunkülast Kautla järvedele.

#### Kirjandus

J ä r n e f e l t , H., 1953. Einige Randbemerkungen zur Seetypennomenklatur. Schweizerische Zeitschr. f. Hydrologie. Vol. XV, Fasc. 1.

J ä r v e k ü l g , A. 1958. Jõevähk Eestis. Trt.

M ä e m e t s , A., 1965. Eesti järvetüüpidest. - "Eesti-Loodus", nr. 4.

T i m m , T., 1964. Eesti veekogude väheharjasussid. Kandidaadi-dissert. Zool. ja Bot. Inst. (käsikiri).

T i m m , V. ja T., 1967. Paunküla veehoidla põhjaloomastik aastail 1961 - 1963. LUS-i Aastaraamat, 59.

М я з м е т с    А.Х., 1966. Путеводитель экскурсий XIII-ой  
научной конференции по изучению внутренних во-  
доемов Прибалтики. Тарту, ИЗБ АН Эст. ССР.

# ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАУНКЮЛАСКИХ ОЗЕР

А. Х. Мязметс

## Р е з ю м е

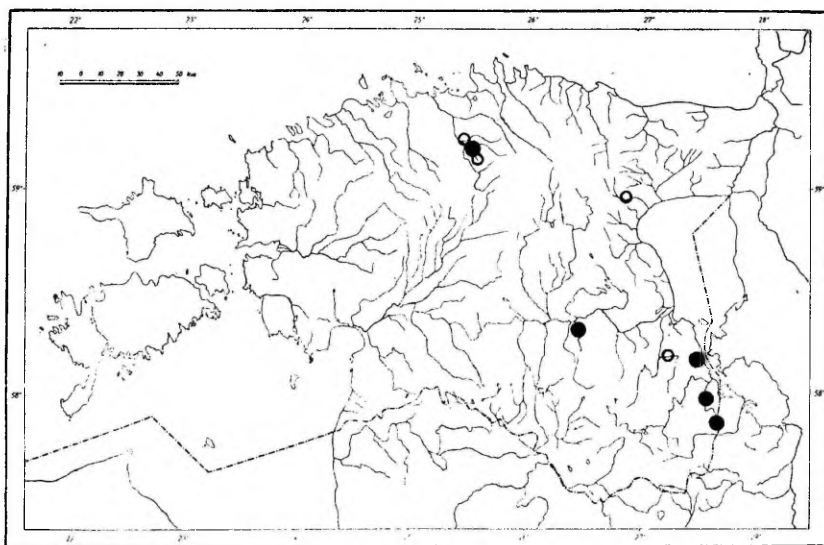
В окрестностях Паункюля находятся не менее 15 небольших (0,25 - 22 га) лесных озер и созданное в 1960 г. Паункюльское водохранилище (450 га). Основные гидробиологические данные о 9 озерах и Паункюльском водохранилище приведены в таблице. Паункюльские озера интересны своим разнообразием; встречаются все переходы от эвтрофных к дистрофным озерам. Особенно примечательными являются здешние дисэвтрофные озера (Каутла, Рахкъярв, Линдъярв, водохранилище и др.), отличающиеся высоким содержанием как минеральных, так и органических веществ ( $\text{HCO}_3^-$  123 - 255 мг/л, дихром. окисляемость выше 4I мг/л  $\text{O}_2$ ). Типичными из них являются расположенное в верховом болоте, но богатое минеральными веществами оз. Рахкъярв и заболоченное озеро Каутла. Имеется одно более-менее типичное дистрофное озеро (Мустъярв) и два эвтрофных озера (Кирувере, Рыза). В фауне Паункюльских озер найден целый ряд редких организмов: зоопланктеры

Polyarthra proloba, Alona karelica, A. rustica, Scapholeberis microcephala subcornuta; хирономиды Chironomini gen.? 1. macrophthalma, Microtendipes? rezvoi; олигохеты Nais simplex, Haemonais waldvogeli и др.

## KOBRAS EESTIS

N. Laanetu

Käesolev artikkel on koostatud ETKVL-iga sõlmitud lepingu täitmiseks kogutud materjalide põhjal 1965-1966.a. Allpool tuuakse lühidalt andmeid kobraste levikust, arvukusest ja nende kasvatamise perspektiividest.



Joon. 1. Kobraste levik Eestis.  
● - Kobraste asustatud kohad.  
○ - Kobraste varem asustatud kohad.

Kopraid esineb Eestis kaasajal Jägala jõgikonnas ja Kagu-Eestis. Kahe populatsiooni olemasolu on tingitud sellest, et kobraсте asustus Eestis on pärit kahest allikast. Jägala jõgikonnas olev populatsioon sai alguse 1957.a. Jä-nijõe-le introdutseeritud 5 koprapaarist. Koprad asustasid pärast lahtilaskmist kohe mitmed Jägala jõgikonna jõed ja 1959.a. võis leida nende tegutsemisjälgi kõigil Jägala jõgikonna jõgedel: Jä-nijõel, Tarvasjõel, Mustjõel, Jägala jõe ülemjooksul ja Liivoja suudmealal.

Teine kobraсте populatsioon Kagu-Eestis on saanud alguse 1959. aastal Pihkva oblasti kobraсте populatsioonist, arvatavasti Tšornaja jõel asuvast koprakolooniast. Paremaid elutingimusi otsides asustasid nad mitmed Peipsi-Pihkva järve jõed: Meeksi oja, Võhandu jõe lisajõed - Lutsu oja ja Mäda jõe ning Mäda jõega ajuti ühenduses oleva Kõverjärve. 1960.a. teatati kobraсте tegutsemisjälgedest Peipsi Põhja-rannikule suubuvast Avijões.

1965-1966.a. talvel ja suveperioodil kogutud andmete põhjal võib arvata, et kobraсте kaasaegne levik (joon. 1) on järgmine: Jägala jõgikonnas elutsevad koprad veel ainult Jä-nijõe alamjooksul, 2 km suudmest, endise Krani metsavahi talu ligiduses. Siin on ilmselt tegemist ühe pesakonna kobraстega, mida tõestavad talveperioodil langetatud haavad, pajud ja rohked muud tegutsemisjäljed.

Augustis teostatud vaatluste jooksul oli nimetatud alal vaid üksikuid tegutsemisjälgi. See asjaolu viitab sellele, et seegi pesakond on hävimisohus. Selle põhjuseks võib olla sobivate pesitsuskohtade puudus, samuti salaküttimine ja inimõju, eriti suveperioodil.

Kagu-Eestis elutsevad koprad Meeksi ojal, Kõverjärvel, Mäda jõel ja käesoleval suvel leidsin kobraсте tegutsemisjälgi ka Ena jõe lisajõelt - Elva jõe suudmealalt. Närimisjälgede järgi otsustades on nad asustanud Elva jõe suudmeala juba 1965.a. kevadel. On tulnud informatsiooni kobraсте tegutsemise kohta ka Ena jõe suudmealal, kuid kindlad andmed selle kohta puuduvad.

Arvukuse hindamiseks teostasın kevadperioodil ligikaudse loenduse, võttes aluseks urgude arvu ja teised tegutsemisjäljed. Loenduse andmetel võiks lugeda arvukust järgmiseks:

Meeksi ojal	17-20	kobrast, s.o. 4	pesakonda,
Mädajõel	8-9	kobrast, s.o. 2	pesakonda,
Jäni jõel	4-5	kobrast, s.o. 1	pesakond,
Kõverjärvel	4-5	kobrast, s.o. 1	pesakond

ja Elva jõe suudmes on tegemist üksikisendiga.

Kogu arvukust võiks lugeda järgmiseks: 35-38 kobrast, s.o. 8 pesakonda.

Nimetatud kohtades Meeksi ojas ja Kõverjärvel ei saa arvukus suurel määral tõusta. Kõverjärvel tuleb puudus talvetoidust, Meeksi ojal aga piirab arvukuse tõusu veel küllalt suur asustustihedus.

Talveperioodil teostasın kobraste lisasöötmist Meeksi ojal ja Mädajõel. Lisasöödana kasutasın hübriidkaalikat, porgandit, kartulit, punast peeti ja paju, kase ning haava oksı. Lisasööda paigutasın uruavauste ja veest väljumise kohtade ligidusse. Kontrollimisel selgus, et koprad olid tarvitanud toiduks ainult oksı. Kuna talvetoidu puudus on üks põhilisi arvukust piiravaid tegureid, siis aitaks selle lahendamine mõningal määral kopra arvukust tõsta. Puukste paigutamine lisasöödaks (selleks võib olla haab, paju ja kask) oleks vajalik Meeksi ojale, Kõverjärvele ja ka Jäni jõele.

Kobraste levikule kaasaaitamiseks oleks vaja teostada kobraste eluspüüki ja transporti kobrastele sobivatele järvedele ja jõgedele. Eluspüüki võiks teostada Meeksi ojal, kuna siin on küllalt suur asustustihedus.

Nende abinõude rakendamine aitaks tõsta juba asustatud alade produktiivsust ja soodustaks kobraste levikut Eestis.



## БОБР В ЭСТОНИИ

Н. Лаанету

Бобр интродуцирован в Эстонии в 1957 году. В 1959 году он был распространен по всем рекам бассейна реки Ягала. В том же году он появился в Юго-восточной Эстонии. В настоящее время бобры водятся в бассейне реки Ягала (речка Янийиги) и в Юго-восточной Эстонии (ручей Меэкси, река Эльва, р. Мядайиги и оз. Кыверярв). Общее число бобров примерно 35-38 особей, т.е. 8 семей.

## S I S U K O R D

J. Ristkok.	Statistikat zooloogiaringsi 20. aastapäevaks . . . . .	3
A.-P. Silvere.	Elektronmikroskoopiast ja subtsellulaarsest organisatsioonitasemest . . . .	14
J. Kärner.	Hapu fosfataasi aktiivsuse dünaamika disotsieerunud rakkude kultiveerimisel (vene keeles) . . . . .	23
M. Viikmaa.	Epidermaalsete epiteelide diferentseerumine . . . . .	34
J. Keskpäik.	Ebaregulaarne hüpotermia väikestel lindudel (vene keeles) . . . . .	43
Ene Kumari.	Laulurästa ööpäevarütmi erinevusi rändeeltsel ja rändeperioodil . . . . .	50
A. Mäemets.	Paunküla järvede hüdrobioloogiline iseloomustus . . . . .	58
N. Laanetu.	Kobras Eestis . . . . .	70

## C O Д Е Р Ж А Н И Е

Ю. Ристкок.	Статистические данные к 20-летию Зоологического кружка. Резюме . . . . .	3
А.-П. Сильвер.	Об электронной микроскопии и субклеточном уровне организации. Резюме . . .	14
Ю. Кярнер.	Динамика активности кислой фосфатазы при культивации диссоциированных клеток . . . . .	23
М. Вийкмаа.	Дифференцировка эпидермальных эпителиев. Резюме . . . . .	34
Ю. Кескпайк.	Нерегулярная гипотермия у мелких птиц. .	43
Эне Кумари.	Различия в суточном ритме певчего дрозда в предмиграционный и миграционный периоды. Резюме . . . . .	50
А. Мязметс.	Гидробиологическая характеристика Паункюласких озер. Резюме . . . . .	58
Н. Лаанету.	Бобр в Эстонии. Резюме . . . . .	71

Hind 25 kop.